СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 10, 2019

ISSN 1812–7320

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,909
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,282

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)

Журнал «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 бесплатен.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,909.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,282.

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 – 29.10.2019
Дата выхода номера – 29.11.2019

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. 28,25
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2019/10
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00)

СТАТЬИ

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТКАЦКИХ СТАНКОВ ТИПА СТБ
Аллямов Р.Р., Максимов А.А., Тувин А.А. 9

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ, ОСНОВАННЫЙ НА СИНХРОНИЗАЦИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
Береза А.Н., Бегляров В.В., Шемякина М.А. 15

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛОКАЛИЗОВАННОГО ФРОНТА ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ И ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ В КРУПНОПОРИСТОМ ВЛАЖНОМ ТЕЛЕ ОКАТЫША ИЗ ОТХОДОВ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ
Бобков В.И., Черновалова М.В., Лобанева Е.И. 21

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗДАНИЯ
Буткина А.А., Гущина О.А., Сидорин А.С., Шамаев А.В. 27

МЕТОДИКА ВЫБОРА ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОТОВНОСТИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ К ПУСКУ
Вивчарь Р.М., Решетников Д.В., Герасименко С.Ю. 32

ВЫБОР СОСТАВА ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РАННИХ СТАДИЯХ И ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА
Горбунов А.А., Припадчев А.Д., Кондров Я.В., Елагин В.В. 38

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОПИИ СИГНАЛА
Гурский С.М., Коликов И.В., Уткин В.В. 44

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ МОБИЛЬНЫХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
Дьяков А.Н., Кокарев А.С., Пачин А.В., Поляков С.А. 50

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА И КОРРЕКЦИИ ОШИБОК ПРИ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ OFDM НА ОСНОВЕ НЕПОЗИЦИОННОГО МОДУЛЯРНОГО КОДА
Калмыков М.И., Дунин А.В., Степанова Е.П., Калмыков И.А., Топоркова Е.В. 56

НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СНИМКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
Куракин А.В., Фраленко В.П., Хачумов В.М. 62

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЗАДЕРЖЕК АВТОТРАНСПОРТА И ПЕШЕХОДОВ НА ПЕРЕХОДАХ С ВЫЗЫВНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ
Наумова Н.А., Карачанская Т.А. 68

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО ОБРАЗЦА ПРИ РАЗРЫВНОМ ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
Хромов А.И., Григорьев Я.Ю., Григорьева А.Л., Жарикова Е.П. 73

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ С ИНФИЛЬТРАЦИЕЙ В ТЕПЛОВОМ БАЛАНСЕ ЗДАНИЯ
Цыцарева Е.И., Левцев А.П., Лысяков А.И. 78

ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ПО ДАННЫМ МНОГОРАКУРСНОГО СКАНИРОВАНИЯ
Черников Б.В., Гайдук И.О., Борисова Е.А. 83

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ В ДИФФУЗИОННОМ СЛОЕ ДЛЯ МЕМБРАННЫХ СИСТЕМ В ГАЛЬВАНОДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ
Чубырь Н.О., Уртенов М.Х., Коваленко А.В., Узденова А.М. 92

АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО ПОКРЫТИЯ TINIZRCUCR
Юров В.М., Гученко С.А. 97

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

СТАТЬИ

К ВОПРОСУ ОТБОРА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕЛЕИНДУСТРИИ
Алексеева Т.В. 102

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРОВ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИХ СИЛ
Борисов А.В., Воронов Н.А., Ершов С.А. 107

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭКЗАМЕНОВ ПО СТАНДАРТАМ WORLDSKILLS
Бурцев Д.С., Солохненко В.В., Джунковский А.В. 112

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ УМЕНИЙ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ
Кириллова Т.В. 116

СОСТОЯНИЕ ФРАЗОВОЙ РЕЧИ У ДОШКОЛЬНИКОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
Ковригина Л.В., Крупина А.А. 121

УСТНОЕ НАРОДНОЕ ТВОРЧЕСТВО НОГАЙЦЕВ КАК СРЕДСТВО ДУХОВНО-НРАВСТВЕННОГО ВОСПИТАНИЯ БУДУЩЕГО СЕМЬЯНИНА
Кубекова Н.А., Айбазова М.Ю. 126

АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ДЕОНТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ
Кузьменко А.Н. 131

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОСПИТАНИИ ДЕВИАНТНЫХ ДЕТЕЙ
Легконогих А.Н., Басина Н.И., Головко Т.Г., Вахрушева Е.Ю., Дзюба Е.А. 137

ПРАВОВОЕ ВОСПИТАНИЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ КАК ОДНА ИЗ ОСНОВ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ГРАЖДАНСКОГО ОБЩЕСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Мохоров Д.А., Мохорова А.Ю., Демидов В.П. 142

ПОКАЗАТЕЛИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА
Наймушина А.Г., Захарова А.В. 147

РАЗРАБОТКА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНТЕГРИРОВАННЫМ ДИСЦИПЛИНАМ
Наумкин Н.И., Ломаткин А.Н., Рожков Д.А., Кручинкин Д.С., Иншаков В.А. 153

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Окладникова Е.А. *158*

ЗАТРУДНЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ПЕРИОД ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ КАК ПРОБЛЕМЫ В ОВЛАДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

Олесова А.П. *165*

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ НАУЧНАЯ КАТЕГОРИЯ: ОБЗОР ПОДХОДОВ К ПОНИМАНИЮ СУЩНОСТИ

Сафарова Е.В. *170*

ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР НА КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И УСПЕВАЕМОСТЬ УЧАЩИХСЯ

Таров Д.А., Тарова И.Н. *175*

ОБУЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЮ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Филоненко Е.И., Щекалева М.А. *180*

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Фокин Р.Р. *186*

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ УЧАЩИХСЯ ДЕВЯТЫХ КЛАССОВ НА УРОКАХ ХИМИИ СРЕДСТВАМИ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Халикова Ф.Д., Ганиева Р.Й. *191*

КВЕСТ-ТЕХНОЛОГИЯ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ДОСУГА МОЛОДЕЖИ В СЕЛЬСКОЙ СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ СРЕДЕ

Харьковская Е.В., Штанько Е.С., Ефремова П.И. *197*

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С ЦЕЛЬЮ РЕАЛИЗАЦИИ КВАЗИПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Щербинина Ю.В. *203*

ОБЗОРЫ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

Кирьякова О.В., Татьянина Т.В. *208*

Технические науки (05.02.00, 05.13.00)

СТАТЬИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИЙ АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОТБОРА

Димитриев А.П. *213*

СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАСОС-ДОЗАТОРОВ И ГИДРОРУЛЕЙ ГИДРООБЪЕМНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Червяков С.В., Казаков А.С. *217*

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКОВ НА МАССООБМЕННОЙ ПРЯМОТОЧНОЙ СТРУЙНОЙ ТАРЕЛКЕ

Шибитова Н.В., Ву Минь Тханг, Гущина Л.В. *222*

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00)

ARTICLES

DYNAMIC ANALYSIS OF WEAVING LOOMS OF THE TYPE LWS
Allyamov R.R., Maksimov A.A., Tuvin A.A. 9

CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM BASED ON NEURAL NETWORK SYNCHRONIZATION
Bereza A.N., Beglyarov V.V., Shemyakina M.A. 15

MATHEMATICAL MODEL OF DISTRIBUTION THE LOCALIZED FRONT EVAPORATION MOISTURE AND FEATURE OF THE KINETICS MOISTURE CONTENT IN LARGELY POROUS DAMP BODY OF THE PELLET FROM THE WASTAGE APATITE NEPHELINE ORES OF MINING AND PROCESSING WORKS
Bobkov V.I., Chernovalova M.V., Lobaneva E.I. 21

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF GENERAL UTILITIES OF THE INTELLIGENT BUILDING
Butkina A.A., Guschina O.A., Sidorin A.S., Shamaev A.V. 27

TECHNIYUE OF SELECTION OF PARAMETERS OF A SYSTEM OF REQUISITION REQUIREMENTS FOR SPACE APPLICATION TO START
Vivchar R.M., Reshetnikov D.V., Gerasimenko S.Yu. 32

CHOICE OF COMPOSITION OF DESIGN AND DESIGN PARAMETERS AT EARLY PHASE AND STAGES OF DESIGNING A MAIN AIRCRAFT
Gorbunov A.A., Pripadchev A.D., Kondrov Ya.V., Elagin V.V. 38

THE LOCATION OF THE RADIO SOURCE FROM THE RANGE-DIFFERENCE METHOD FOR A SINGLE MOVING VEHICLE ELECTRONIC CONTROL ON THE BASIS OF FORMING COPIES OF THE SIGNAL
Gurskiy S.M., Kolikov I.V., Utkin V.V. 44

METHOD OF SUBSTUNTINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF MOBILE SPARE PARTS SUPPLY SYSTEMS FOR MOBILE COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS
Dyakov A.N., Kokarev A.S., Pachin A.V., Polyakov S.A. 50

THE DEVELOPMENT OF SEARCH ALGORITHMS AND ERROR CORRECTION WHEN PROCESSING SIGNALS IN OFDM SYSTEMS BASED ON NON-POSITIONAL MODULAR CODE
Kalmykov M.I., Dunin A.V., Stepanova E.P., Kalmykov I.A., Toporkova E.V. 56

QUALITY ASSESSING NEURAL NETWORK METHOD FOR EARTH REMOTE SENSING IMAGES
Kurakin A.V., Fralenko V.P., Khachumov V.M. 62

THE MODEL OF ASSESSMENT OF DELAYS OF VEHICLES AND PEDESTRIANS AT THE CROSSWALK WITH CALLING DEVICES
Naumova N.A., Karachanskaya T.A. 68

THE DEFORMATION OF A FLAT SAMPLE AT A TERMINAL VELOCITY FIELD OF DISPLACEMENTS IN THE CONDITIONS OF PLANE STRESS STATE
Khromov A.I., Grigorev Ya.Yu., Grigoreva A.L., Zharikov E.P. 73

IMPROVEMENT OF METHODS FOR ESTIMATING HEAT LOSS WITH INFILTRATION IN THE HEAT BALANCE OF THE BUILDING
Tsytsareva E.I., Levtsev A.P., Lysyakov A.I. 78

THE PROBLEM OF UNIFIED 3D-MODEL CREATING OF THE OBJECT BY THE MULTI-ANGLE SCAN DATA
Chernikov B.V., Gayduk I.O., Borisova E.A. 83

THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS IN THE DIFFUSION LAYER FOR THE MEMBRANE SYSTEMS IN GALVANOCHEMICAL MODE
Chubyr N.O., Urtenov M.Kh., Kovalenko A.V., Uzdenova A.M. 92

ANTIFRICTIONAL PROPERTIES OF HIGH ENTROPY COATING TINIZRCUCR
Yurov V.M., Guchenko S.A. 97

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

ARTICLES

TO THE QUESTION OF THE SELECTION OF THE CONTENTING COMPONENT OF TRAINING SPECIALISTS OF TELEINDUSTRY
Alekseeva T.V. 102

ISSUES OF IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF PHYSICAL PREPARATION OF OFFICERS OF AIR AND SPACE FORCES
Borisov A.V., Voronov N.A., Ershov S.A. 107

EXPERIENCE IN PREPARING AND CONDUCTING PRACTICE-ORIENTED EXAMS ACCORDING TO WORLDSKILLS STANDARDS
Burtzev D.S., Solokhnenko V.V., Dzhunkovskiy A.V. 112

ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCE AS A MEANS OF IMPLEMENTING METHODOLOGIES FORMING METHODICAL ABILITIES IN FUTURE PHYSICS TEACHERS
Kirillova T.V. 116

CONDITIONS OF PHRASE SPEECH AT PRESCHOOLERS WITH DISTURBANCES OF THE MOTOR-MOTOR APPARATUS
Kovrigina L.V., Krupina A.A. 121

ORAL FOLK ART OF NOGAIS AS A MEANS SPIRITUAL AND MORAL EDUCATION OF THE FUTURE FAMILY MAN
Kubekova N.A., Aybazova M.Yu. 126

AXIOLOGICAL APPROACH IN THE SYSTEM OF DEONTOLOGICAL PREPARATION OF FUTURE ARCHITECTS
Kuzmenko A.N. 131

PRACTICAL POSSIBILITIES OF USING COMPUTER TECHNOLOGY IN EDUCATING DEVIANT CHILDREN
Legkonogikh A.N., Basina N.I., Golovko T.G., Vakhrusheva E.Yu., Dzyuba E.A. 137

LEGAL EDUCATION OF STUDENTS AS ONE OF THE FOUNDATIONS OF THE FORMATION OF A MODERN CIVIL SOCIETY IN THE RUSSIAN FEDERATION
Mokhorov D.A., Mokhorova A.Yu., Demidov V.P. 142

PERFORMANCE INDICATORS FOR THE COMPETENCE OF HEALTHY SAFETY OF STUDENTS OF THE FIRST COURSE
Naymushina A.G., Zakharova A.V. 147

DEVELOPMENT OF A PEDAGOGICAL MODEL OF A METHODICAL SYSTEM FOR PREPARING UNIVERSITY STUDENTS FOR INNOVATIVE ACTIVITIES IN TEACHING INTEGRATED DISCIPLINES
Naumkin N.I., Lomatkin A.N., Rozhkov D.A., Kruchinkin D.S., Inshakov V.A. 153

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF HISTORICAL AND CULTURAL SOCIALISATION OF THE RURAL POPULATION LENINGRAD REGION
Okladnikova E.A. 158

DIFFICULTIES OF STUDENTS DURING PEDAGOGICAL PRACTICE AS PROBLEMS IN OWNERSHIP OF PROFESSIONAL COMPETENCIES
Olesova A.P. 165

INTERACTION AS AN INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC CATEGORY: A REVIEW OF APPROACHES TO UNDERSTANDING THE ESSENCE
Safarova E.V. 170

INFLUENCE OF COMPUTER GAMES ON CRITICAL THINKING AND EDUCATIONAL ACHIEVEMENT OF STUDENTS
Tarov D.A., Tarova I.N. 175

TRAINING THE FORMATION OF A SAFE ENVIRONMENT IN THE DESIGN OF THE CREDENTIAL TERRITORIES OF MULTI-APARTMENT HOUSES
Filonenko E.I., Schekaleva M.A. 180

THE MAIN PROBLEMS OF LEARNING PROGRAMMING IN A MODERN HIGH SCHOOL
Fokin R.R. 186

THE FORMATION OF COGNITIVE UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS OF PUPILS OF THE NINTH GRADE IN CHEMISTRY CLASS BY MEANS OF DEMONSTRATION EXPERIMENT
Khalikova F.D., Ganieva R.Y. 191

QUEST-TECHNOLOGY AS A METHOD OF ACTIVIZING YOUNG LEISURE LEISURE IN A RURAL SOCIO-CULTURAL ENVIRONMENT
Kharkovskaya E.V., Shtanko E.S., Efremova P.I. 197

CLASSIFICATION OF APPLIED TASKS FOR THE IMPLEMENTATION OF QUASI-PROFESSIONAL ACTIVITIES IN THE SYSTEM OF SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION
Shcherbinina Yu.V. 203

REVIEWS

THEORETICAL-METHODOLOGICAL BASES OF FORMATION OF THE SOCIAL INTERACTION COMPETENCE OF FOREIGN STUDENTS
Kiryakova O.V., Tatyanina T.V. 208

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00)

ARTICLES

DETERMINATION OPTIMAL PARAMETERS FOR MODIFICATIONS ALGORITHM OF SELECTION SEQUENCE OPTIMIZATION
Dimitriev A.P. 213

TOOLS FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF DOSING PUMPS AND HYDRAULIC STEERING
Chervyakov S.V., Kazakov A.S. 217

STUDY OF FLOW HYDRODYNAMICS ON MASS EXCHANGE STRAIGHT-FLOW JET PLATE
Shibitova N.V., Vu Min Tkhang, Guschina L.V. 222

СТАТЬИ

УДК 677.016.673.22-24

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТКАЦКИХ СТАНКОВ ТИПА СТБ

Аллямов Р.Р., Максимов А.А., Тувин А.А.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», Иваново, e-mail: harley-davison47@mail.ru

Воздействие колебательных и деформационных процессов в механизмах ткацких станков можно минимизировать на этапе проектирования или модернизации. Достижение данной цели становится возможным при наличии динамической и математической моделей решения задачи о воздействиях собственных колебаний элементов батанного механизма с учетом характеристик упругости его звеньев. В настоящей статье рассмотрены собственные крутильные колебания подбатанного вала, характерные для фазы подвода и уплотнения уточной нити. Предложено определение частот и форм собственных колебаний путем вывода дифференциального уравнения. Выявлено, что на жесткость подбатанного вала существенное влияние оказывают такие характеристики, как модуль сдвига, длина участка, подверженного крутильным колебаниям, и угол поворота, возникающий при крутящем моменте. Исходя из определения частоты упруго-зафиксированного подбатанного вала появляется возможность оценки влияния обособленных динамических параметров на собственные частоты колебаний системы, конкретно на основную частоту колебаний батана, жесткости подбатанного вала и жесткости его опор. На основании полученных дифференциальных уравнений было разработано программное обеспечение, позволяющее путем виртуального эксперимента спрогнозировать деформации бруса батана при различных вариантах количества и расположения батанных коробок, а следовательно, и производстве тканей с заданными параметрами.

Ключевые слова: ткацкий станок, батан, подбатанный вал, колебания, угол поворота, крутящий момент

DYNAMIC ANALYSIS OF WEAVING LOOMS OF THE TYPE LWS

Allyamov R.R., Maksimov A.A., Tuvin A.A.

Ivanovo State Polytechnical University, Ivanovo, e-mail: harley-davison47@mail.ru

The impact of oscillatory and deformation processes in the loom mechanisms can be minimized at the design or modernization stage. Achievement of this purpose becomes possible in the presence of dynamic and mathematical models of the decision task, the effects of oscillation elements bataans mechanism taking into account elastic properties of its links. This article describes a private podbataans torsional vibrations of the shaft, characteristic of the phase of the inlet and seal the weft yarn. The definition of frequencies and forms of natural oscillations by derivation of the differential equation is proposed. It is revealed that such characteristics as shear modulus, the length of the section subject to torsional vibrations and the angle of rotation arising at the torque have a significant impact on the stiffness of the subbath shaft. On the basis of the determination frequency elastic fixed shaft podbataans it becomes possible to assess the separate influence of dynamic parameters on the natural frequencies of the system, particularly at the basic oscillation frequency of bataan, stiffness podbataans the shaft and the stiffness of the supports. On the basis of the obtained differential equations have developed software that allows by virtual experiment to predict the deformation of the beam of Bataan in various embodiments, the number and location bataans boxes, and, consequently, the production of fabrics with the specified parameters.

Keywords: loom, bataan, podbataans shaft, oscillations, rotation, torque

Батанный механизм находится в числе наиболее нагруженных механизмов ткацких станков типа СТБ [1]. Батанный механизм служит для прибоя нитей утка и реализации процесса тканеформирования, а также для направления движения прокладчика, при прокладывании нити в зев [2]. Статистика учета простоев станков СТБ на предприятиях текстильной промышленности показывает, что 28 % простоев вызвано поломками элементов батанного механизма, при этом наиболее часто наблюдается выход из строя таких элементов, как батанный вал и бердо [1], из этого следует, что возникает необходимость учета динамических нагрузок на стадии проектирования, что позволит выявить необходимое количество упругих опор, в виде батанных коробок, для возможности беспрепятственного формирования ткани с заданными свойствами. Первым этапом динамического анализа является решение задачи о собственных частотах и формах колебаний бруса батана. Схема конструкции батанного механизма ткацкого станка типа СТБ, с учетом его рассматриваемых особенностей, приведена на рис. 1.

Приведенный на рисунке батанный механизм сконструирован следующим образом. Главный вал 10 и кулачки 9 получают вращение от привода станка. Через ролики 8 это движение преобразуется в возвратно-качательное движение двуплечих рычагов 6 подбатанного вала 5, а вместе с ним и лопастей 4, несущих брус 2 и бердо 1. Сопряжение профиля кулачков 9 таково, что при их повороте на некоторых угол батан

во время пролета прокладчику утка через зев находится без движения в заднем положении, то есть имеет соответствующий выстой. Отдельные части подбатанного и главного валов, вращающиеся в подшипниках скольжения 11 и качения 12, соединены между собой муфтами 13. Кулачки 9 являются парными, то есть представляют собой кулачок и контркулачок с геометрически сопряженными профилями.

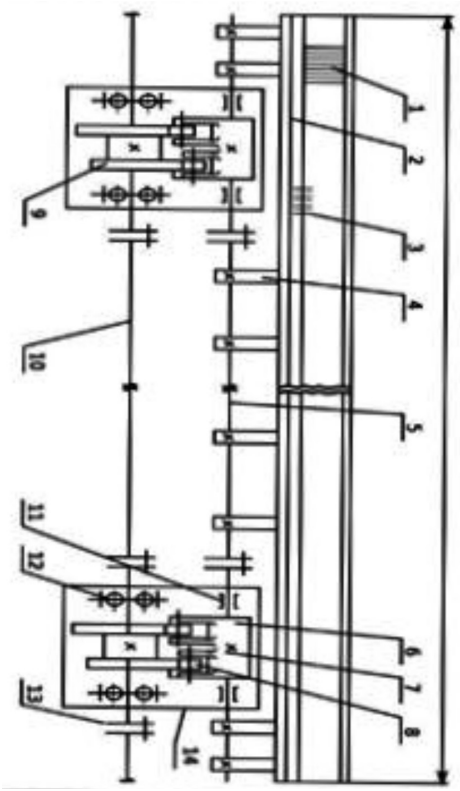


Рис. 1. Схема конструкции батанного механизма – вид со стороны грудницы станка

Цель исследования заключается в разработке методики математического решения задачи о формах и частотах свободных колебаний бруса батана ткацких станков типа СТБ с переменными граничными условиями и характеристиками податливости опор. В этой связи возникает необходимость учета динамических искажений кинематических функций батанного механизма, являющихся следствием упругой деформации его звеньев [3].

Одним из эффективных способов определения нагрузок, действующих на батанный механизм, является кинетостатический метод. В этой связи возникает необходимость учета динамических искажений кинематических функций батанного механизма, являющихся следствием упругой деформации его звеньев [3].

С целью определения частот свободных колебаний батанного механизма ткацких станков типа СТБ, происходящих на фазе подвода и уплотнения уточной нити, рассмотрим расчетную схему поперечного сечения элемента подбатанного вала, изображенную на рис. 2, построенную на основании рис. 1, где поперечные сечения обозначены mn и m'n', а длина подбатанного вала принята за dx. За обобщенный параметр движения принят угол поворота поперечного сечения, условно обозначаемый g (x, t). Зависимость обозначенного перемещения от координат сечения x и времени t, определяется связью угла поворота g (x, t) с крутящим моментом M поперечного сечения, определяется по формуле

$$M = GJ_P \frac{\delta(x,t)}{\delta(x)}, \qquad (1)$$

где G – модуль сдвига, J_P – полярный момент инерции сечения вала.

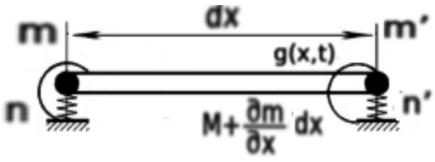


Рис. 2. Расчетная схема динамической модели бруса батана станка СТБ

На основании ранее проведенных нами исследований получены следующие математические модели. В смежном сечении крутящий момент определяется следующим образом:

$$M + dM = GJ_P \frac{\partial g(x,t)}{\partial x} + GJ_P \frac{\partial^2 g(x,t)}{\partial x^2} dx. \qquad (2)$$

Момент сил инерции элементарного участка вала длиной d_x равен

$$-\rho dx \frac{\partial^2 g(x,t)}{\partial t^2}. \qquad (3)$$

Применяя принцип Даламбера, становится возможным выведение дифференциального уравнения движения элемента вала:

$$p \frac{\partial^2 g(x,t)}{\partial t^2} - GJ_P \frac{\partial^2 g(x,t)}{\partial x^2} = 0 \qquad (4)$$

которое преобразуем в

$$\frac{\partial^2 g(x,t)}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 g(x,t)}{\partial x^2} = 0, \qquad (5)$$

где

$$a^2 = \frac{GJ_P}{\rho}. \qquad (6)$$

Уравнение (5) относится к однородным дифференциальным уравнениям второго порядка в частных производных. Решение данного уравнения может быть выполнено по методу Фурье [4], в таком случае уравнение (5) будет представлено в следующем виде:

$$g(x,t) = y(x)*\sin(\rho t + d), \quad (7)$$

где ρ – круговая частота собственных крутильных колебаний, а y(x) – функция координаты x, характеризующая изменение амплитуд крутильных колебаний по длине вала *a* – начальная фаза колебаний, то уравнение (7) будет отражать форму колебаний вала. В результате подстановки уравнения (7) в уравнение (5) и сокращения на sin(ρt + a) выводится стандартное дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^2y(x)}{dx^2} + k^2 y(x) = 0, \quad (8)$$

где

$$k = \frac{\rho}{\alpha}. \quad (9)$$

Решение уравнения (8) выглядит следующим образом:

$$y(x) = C_1 \cos kx + C_2 \sin kx, \quad (10)$$

где C_1 и C_2 – произвольные постоянные.

В случае, если на концах вала батана имеются две упругие опоры жесткостью C_0, функция, определяющая формы колебаний, должна удовлетворять граничным условиям, которые имеют вид, при $x = 0$:

$$GJ_P\left(\frac{dg}{dx}\right) = c_0 g(x,t), \quad (11)$$

при $x = l$

$$GJ_P\left(\frac{dg}{dx}\right) = -c_0 g(x,t). \quad (12)$$

Формы колебаний батана с двумя упругими опорами определяются посредством уравнения (8), после подстановки в него постоянных интегрирования C_1 и C_2, найденных из граничных условий (11) и (12), полученное выражение имеет вид

$$y(x) = \cos kx + \frac{c_0}{kGJ_P}\sin kx, \left(C_2 = \frac{c_0}{kGJ_P}C_1\right). \quad (13)$$

Выполнение граничных условий (11) и (12) позволяет вывести систему однородных уравнений, применительно к коэффициентам C_1 и C_2.

$$\left.\begin{aligned} &c_0 C_1 - kGJ_P C_2 = 0 \\ &-(kGJ_P \sin kl + c_0 \cos kl)C_1 + (kGJ_P \cos kl + c_0 \sin kl)C_2 = 0 \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

С целью выведения уравнения для определения частот собственных колебаний, определитель данной системы необходимо приравнять к нулю, таким образом, получаем

$$tg\mu = \frac{2v \times \mu}{1 - v^2\mu^2}, \left(\mu = kl = \frac{p}{a}l\right), \quad (15)$$

где *v* – отношение жесткости вала батана к жесткости его опор

$$v = \frac{c}{c_0}. \quad (16)$$

При одной упругой опоре на правом конце вала и свободном левом конце (рис. 1) граничными условиями являются:

$$GJ_P\left(\frac{dy}{dx}\right)x_{x=0} = 0,$$

$$GJ_P\left(\frac{dy}{dx}\right)x_{x=l} = -c_0 y(l). \quad (17)$$

Исходя из уравнений (8) и (17) выводим

$$y = \cos kx. \quad (18)$$

Данное уравнение подходит для описания свободных колебаний батана с единой правой упругой опорой.

В случае, когда правый конец вала находится в свободном состоянии, а упругая опора расположена на левом конце, пограничные условия имеют следующий вид

$$\left.\begin{aligned} &GJ_P\left(\frac{dy}{dx}\right)x_{x=0} = c_0 y(0), \\ &GJ_P\left(\frac{dy}{dx}\right)x_{x=l} = 0. \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

Принимая условия уравнения (19) и взяв за основу уравнение (8), становится возможным определение форм свободных колебаний с одной левой упругой опорой:

$$y(x) = \cos kx + tgkl \sin kx, (C_2 = C_1 tgkl). \quad (20)$$

При каждом рассмотренном варианте частное уравнение имеет следующий вид:

$$\mathrm{tg}\mu \frac{1}{\nu \times \mu}, \left(\mu = \frac{\rho l}{a}\right). \quad (21)$$

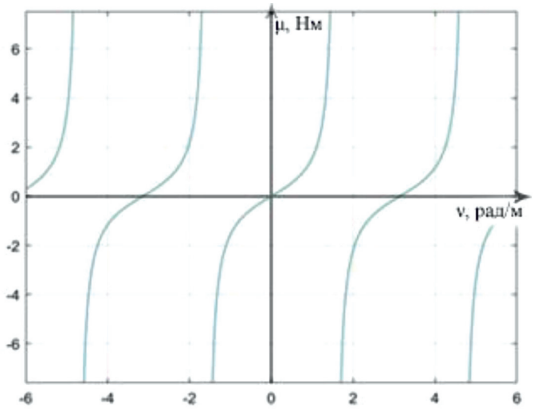


Рис. 3. Графическое решение частотного уравнения (15)

На рис. 3 представлено графическое решение уравнения (15) при различных значениях ν. Как видно из приведенных графиков, увеличение ν ведет к убыванию корня уравнения.

На основании сопоставления уравнений (15) и (21) с результатами расчетов, приведенных в работах других исследователей на смежную тематику [5], приходим к заключению, что при увеличении ν корни уравнений (15) и (21) убывают. При $\nu = 0$ корнями уравнений (15) и (21) принимаем $\mu_1 = \pi$ и $\mu_1 = \pi/2$.

В уравнениях (15) и (21), принимая величины μ_z, появляется возможность вычисления круговых частот колебаний по формуле

$$\rho_z = \mu_z \frac{a}{l} =$$

$$= \frac{\mu_z}{l}\sqrt{\frac{GJ_P}{\rho}} = \mu_z \sqrt{\frac{c}{J}}, (z = 1,2,3\ldots). \quad (22)$$

В том случае, когда жесткость опор c_0 в значительной мере превышает жесткость $c = GJ_P/l$ подбатанного вала, динамическая модель батанного механизма с двумя коробками может быть представлена упругим подбатанным валом, защемленным по концам, с учетом момента инерции единицы длины $\rho = Y/l$. Уравнение форм и частотное уравнение для данного случая может быть получено из выражений (13) и (15). Приняв в формате данных выражений $c_0 = \infty$, получаем

$$y(x) = \sin kx, \quad (23)$$

$$\mathrm{tg}\mu = 0, \left(\mu = \frac{\rho}{a} l\right). \quad (24)$$

Из уравнения (24) следует $\mu_z = z\pi$ и частоты собственных колебаний следует

$$\rho_z = \mu_z \frac{a}{l} =$$

$$= \frac{z\pi}{l}\sqrt{\frac{GJ_P}{\rho}} = z\pi\sqrt{\frac{c}{J}}, (z = 1,2,3\ldots). \quad (25)$$

Для механизма с одной батанной коробкой при $c_0 = \infty$ динамическая модель имеет вид упругого вала, при условии, что масса распределена по длине, с защемлением одного конца вала, и свободного положения другого [6]. Уравнение форм в данном случае принимает вид (18) или (20), аналогично уравнениям вала с упруго закрепленным концом с правой или левой стороны. Частотное уравнение выводится из (21), в нем принимается $\nu = 0$ ($c_0 = \infty$), отсюда:

$$\mathrm{tg}\mu = \infty \quad (26)$$

таким образом получаем $\mu_z = (2z-1)\pi/2$ и частоты колебаний:

$$\rho_z = \mu_z \frac{a}{l} = \frac{(2z-1)\pi}{2l}\sqrt{\frac{GJ_P}{\rho}} =$$

$$= \frac{(2z-1)\pi}{2}\sqrt{\frac{c}{J}}, (z = 1,2,3\ldots). \quad (27)$$

В практических исследованиях наибольшее значение имеют первая, низшая или основная, частота колебаний упругой системы. При выражении батана в качестве упруго зафиксированного вала, приблизительное значение его частоты определяется по формуле, профессора Я.И. Коритысского [7]:

$$\frac{1}{\rho_0^2} = \frac{1}{\rho_3^2} + \frac{1}{\rho_{ж}^2}, \quad (28)$$

где ρ_0 – частота упруго зафиксированного вала; $\rho_з$ – частота жестко зафиксированного вала; ρ – частота упруго зафиксированного жесткого вала.

При определении частоты собственных колебаний батана по формуле (28), батан должен быть представлен в виде совокупности двух систем упругой с жесткой фиксацией, жесткой системы с упругой фиксацией [8].

Частота колебаний системы с жесткой фиксацией для упругого вала, замещенного

по концам, определяется по формуле (25) при z = 1 [9], таким образом, получаем

$$\rho_з = \frac{\pi}{l}\sqrt{\frac{GJ_P}{\rho}} = \pi\sqrt{\frac{c}{J}}. \qquad (29)$$

Для упругого вала, один конец которого зафиксирован, а другой находится в свободном положении частоту колебаний системы с жесткой заделкой следует определять по формуле (27), при z = 1 получаем

$$\rho_з = \frac{\pi}{2l}\sqrt{\frac{GJ_P}{\rho}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{c}{J}}. \qquad (30)$$

Из уравнений (29) и (30), становится, очевидно, что во втором случае частота колебаний получается вдвое ниже [10].

Частота колебаний жесткой системы с упругой фиксацией определяется по формуле

$$\rho_ж = \sqrt{\frac{c_{оз}}{J}}, \qquad (31)$$

где $c_{оз}$ – суммарная жесткость опор батана на кручение.

Формула (28) позволяет без проведения натурных испытаний оценить воздействие отдельных динамических параметров на собственные частоты колебаний исследуемой системы, в частности оценить влияние на основную частоту колебаний батана жесткости подбатанного вала и жесткости его опор.

Для разработанной математической модели была составлена программа расчета на ЭВМ применительно к батанным механизмам ткацких станков СТБ-220 (рис. 4).

Использование разработанного программного обеспечения позволяет путем виртуального эксперимента определить возможность выработки на ткацком станке типа СТБ ткани с заданными параметрами. Это становится возможным за счет прогнозирования деформации бруса батана при различных вариантах количества и расположения батанных коробок, а следовательно, и производстве тканей заданного ассортимента. Применение данной методики повышает гибкость производства в плане быстрой смены ассортимента и может позволить избежать брака в процессе экспериментальной выработки новых артикулов ткани.

В результате применения приведенной методики, к батанным механизмам ткацких станков СТБ 220, были получены результаты, подтверждающие эффективность предложенной методики. В частности, на рис. 5 изображено графическое выражение форм собственных колебаний элементов батанного механизма станка СТБ-220.

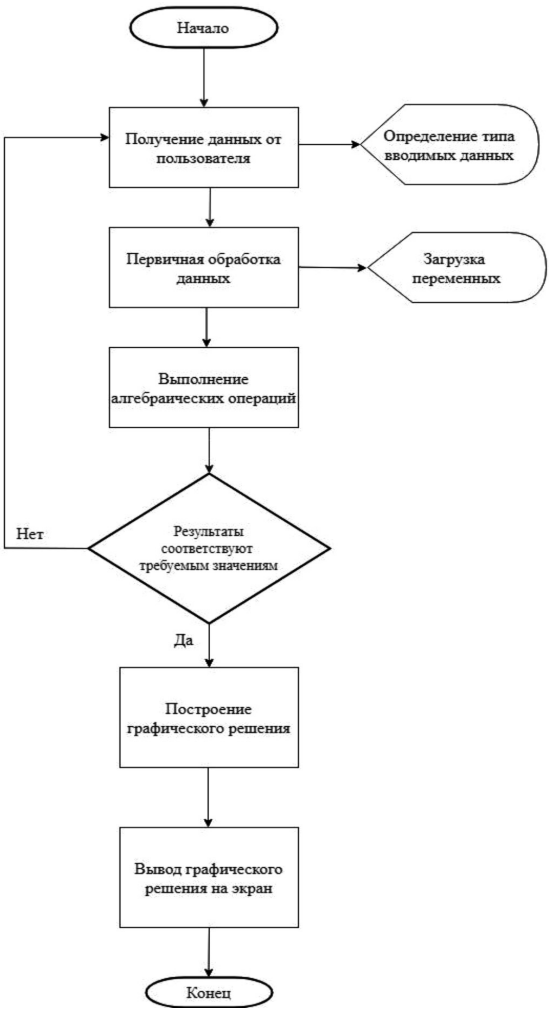


Рис. 4. Блок-схема разработанного программного обеспечения

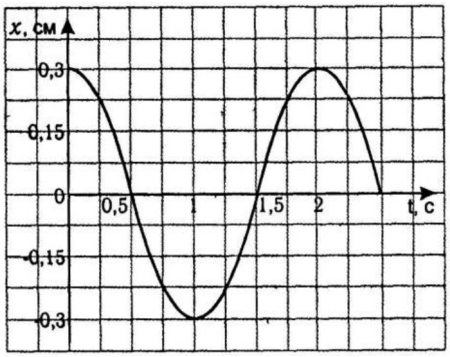


Рис. 5. Графическое изображение частотных колебаний

Выражения (13), (18) и (20), определяющие формы колебаний батана при различных граничных условиях, могут быть использованы для динамического анализа различных конструктивных схем, с учетом динамических искажений кинематических

функций батанного механизма, являющихся следствием упругой деформации его звеньев. Использование данной методики на стадии проектирования батанного механизма позволит точнее определить, количество лопастей, а также количество и расположение упругих опор, что существенно повлияет на работу механизма и станка в целом.

Используя разработанное программное обеспечение для ткацкого станка СТБ-220, имеющего одну батанную коробку, были получены значения собственных частот $p_1 = 1374{,}9\ с^{-1}$. При частоте вращения главного вала n = 260 об/мин его угловая скорость составляет $\omega = 24{,}5\ с^{-1}$, следовательно, для всех собственных частот выполняются первичные условия гармоники $\omega \leq p$.

Результаты виртуального эксперимента, полученные с помощью разработанного программного обеспечения, позволяют упростить определение эффективности работы станка СТБ при заданном соотношении количества и расположения батанных коробок с параметрами вырабатываемой ткани, что предоставит возможность предотвращения отказа батанного механизма при недостаточном для производства ткани с заданными параметрами количестве батанных коробок.

Достоверность представленных в статье результатов, подтверждается логической непротиворечивостью с результатами более ранних исследований по данной тематике [11].

Выводы

1. Предложен способ математического решения задачи о формах и частотах свободных колебаний бруса батана ткацких станков типа СТБ, происходящих на фазе подвода и уплотнения уточной нити.

2. Получены дифференциальные уравнения для определения частотных характеристик батанных механизмов различных конструктивных моделей с переменными граничными условиями и характеристиками податливости опор.

Список литературы

1. Назарова М.В. Автоматизированный расчет технико-экономических показателей ткацкого производства // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2008. № 4. С. 118–126.

2. Тувин А.А. Развитие научного и методического обеспечения процессов проектирования оборудования и технического контроля производства тканых металлических сеток: дис. ... докт. техн. наук. Иваново, 2012. 335 с.

3. Вульфсон И.И. Динамические расчеты цикловых механизмов. Л.: Машиностроение. 1976. 328 с.

4. Дерендяев Н.В., Калинин А.В., Проекционный метод Фурье: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2012. 75 с.

5. Суров В.А., Тувин А.А. Динамика упругих систем батанных механизмов металлоткацких станков: монография. Иваново: ИГТА, 2004. 184 с.

6. Иванов С.М., Романов Е.С., Шмелева Т.В. Решение статически неопределимых балок по курсу «Сопротивление материалов». Иваново: ИГТА, 2011. 40 с.

7. Борисов А.И., Журавлёва О.С., Макаров В.А., Хозина Е.Н. Определение оптимального срока службы механизмов ткацких машин // Дизайн и технологии. 2016. № 51 (93). С. 84–89.

8. Тувин А.А., Шляпугин Р.В., Пирогов Д.А. Автоматизированный расчет кулачково-стержневых механизмов: учеб. пособие для студ. направления подгот. бакалавров 15.03.02: Иваново: ИВГПУ, 2018. 224 с.

9. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В. Методика анализа законов движения, применяемых в приводе зевообразующих механизмов (ЗОМов) ткацкого станка // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2004. № 5. С. 76–80.

10. Белобрагин В.Я. Основы технического регулирования: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. 422 с.

11. Тувин А.А. Собственные изгибно-крутильные колебания бруса батана металлоткацкого станка на фазе взаимодействия берда с опушкой ткани // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 9. С. 86–91.

УДК 004.021

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ, ОСНОВАННЫЙ НА СИНХРОНИЗАЦИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Береза А.Н., Бегляров В.В., Шемякина М.А.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, Шахты, e-mail: anbirch@mail.ru

В статье представлен криптографический алгоритм, который позволяет решить проблему обмена ключами в симметричных системах шифрования. В основе представленного алгоритма лежит процесс синхронизации двух и более нейронных сетей, в результате которого достигается равенство весовых коэффициентов. В дальнейшем полученные веса используются в качестве секретного ключа в симметричных системах шифрования. Безопасность криптографического алгоритма, основанного на процессе синхронизации, обеспечивается благодаря тому, что внутреннее представление нейронной сети неизвестно никому, кроме того участника связи, кому принадлежит эта нейронная сеть. Таким образом, для того чтобы расшифровать сообщение злоумышленнику, надо знать состояния скрытых нейронов, поскольку от их значений зависит изменение весовых коэффициентов. Представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных с тремя правилами обучения, которые позволяют достигнуть полной синхронизации нейронных сетей. Криптографический алгоритм запускался пять раз для трех различных архитектур с одним из правил обучения, что позволило получить среднее значение времени, которое необходимо для достижения синхронизации двух нейронных сетей. Полученные результаты показали, что с увеличением количества нейронов эффективней использовать правило Хебба.

Ключевые слова: нейронные сети, симметричные системы шифрования, процесс синхронизации, генерация ключа, нейросетевая криптография

CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM BASED ON NEURAL NETWORK SYNCHRONIZATION

Bereza A.N., Beglyarov V.V., Shemyakina M.A.

Institute of Service and Business (branch) DSTU, Shakhty, e-mail: anbirch@mail.ru

The article presents a cryptographic algorithm that solves the problem of key exchange in symmetric encryption systems. The basis of the presented algorithm is the process of synchronization of two or more neural networks, as a result of which equality of weights is achieved. Further, the weights obtained are used as a secret encryption key. The security of the cryptographic algorithm based on the synchronization process is ensured due to the fact that the internal representation of the neural network is unknown to anyone except the communication participant who owns this neural network. Thus, in order to decrypt a message to an attacker, you need to know the state of hidden neurons, since the change in weight coefficients depends on their values. The results of experimental studies conducted with the three rules of learning that allow you to achieve complete synchronization of neural networks are presented. The cryptographic algorithm was launched five times for three different architectures with one of the learning rules, which made it possible to obtain the average time required to achieve synchronization of two neural networks. The results showed that with an increase in the number of neurons, it is more efficient to use the Hebb rule. In the future we plan to conduct research with quantum neural networks.

Keywords: neural networks, symmetric encryption systems, synchronization process, key generation, neural network cryptography

В сложившихся условиях конкуренции и постоянного развития новых технологий возникает проблема защиты информации путем ее преобразования, исключающего ее прочтение посторонним лицом. Создание квантовых компьютеров, технологий нейросетевых вычислений приводит к дискредитации некоторых криптографических систем.

Все системы шифрования можно разделить на два типа: симметричные и асимметричные системы шифрования. К первым относятся системы, в которых для шифрования и дешифрования используется один ключ. Ко вторым относятся системы, в которых для шифрования сообщения используется открытый ключ, а для дешифрования закрытый ключ. На данный момент наиболее распространенными являются асимметричные системы шифрования, которые позволяют решить проблему обмена ключами. Однако этот тип криптографических систем уступает по скорости и эффективности симметричным системам шифрования, которые могут быстро зашифровывать большие объемы данных.

Решением проблемы распространения ключа в симметричных системах шифрования занимались такие ученые, как А. Климов, А. Митягин, А. Шамир [1], Б.Р. Приянка [2], А. Мартин [3]. Ими было предложено

использование криптографического алгоритма, основанного на синхронизации нейронных сетей.

Синхронизация представляет собой явление, которое можно наблюдать во многих физических и биологических системах. Она представляет интерес тем, что в результате ее достижения две и более системы приобретают одинаковые параметры. Синхронизацию нейронных сетей (далее НС) можно представить следующим образом: первоначально на вход НС поступают общие входные данные, являющиеся случайным набором, в дальнейшем при обучении в качестве входных данных выступают выходные значения других сетей [4]. Спустя короткое время достигается полная синхронизация, в результате которой весовые коэффициенты нейронных сетей оказываются равными. Полученные значения весовых коэффициентов в дальнейшем используются в качестве ключа шифрования.

Цель данного исследования заключалась в рассмотрении факторов, влияющих на скорость достижения синхронизации нейронных сетей в криптографическом алгоритме.

Архитектура TPM. В основе нейросетевой криптографии лежат TPM (tree parity machines – древовидные машины четности), которые являются многоуровневыми нейронными сетями прямого распространения [5]. Как показано на рис. 1, TPM имеет три слоя: входной, скрытый и выходной слой.

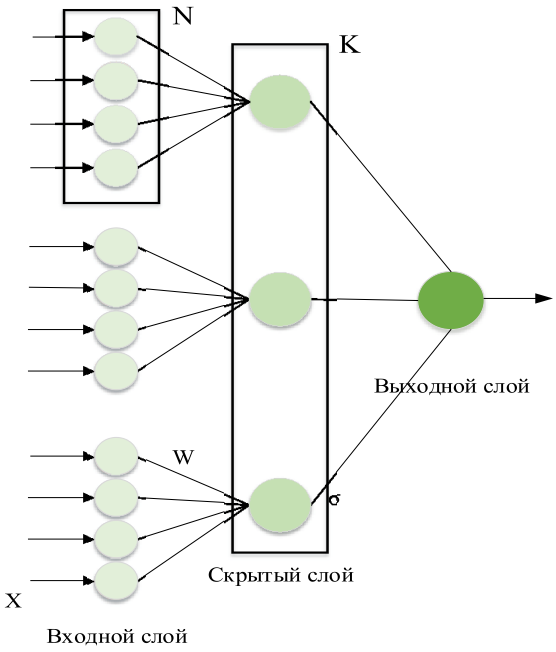


Рис. 1. Топология TPM

Рассматриваемая нейронная сеть, состоит из:

– K x N входных нейронов;

– K скрытых нейронов;

– одного скрытого нейрона.

Все входные значения являются случайными и двоичными значениями $x_{i,j} \in \{-1, +1\}$, а веса – дискретными числами между –L и +L (где индекс i = 1, . . . ,K обозначает i-й скрытый нейрон, индекс j = 1, . . . N обозначает j-й входной нейрон, L – заданный параметр).

Как и в других НС, в TPM взвешенная сумма используется для определения выходных значений, а состояние скрытого нейрона определяется его суммарным входом

$$h_i = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{j=1}^{N} w_{i,j} x_{i.j}.$$

Выход каждого скрытого нейрона σ_i можно определить как

$$\sigma_i = sgn\,(h_i),$$

а общий выход TPM задается произведением (четностью) скрытых единиц,

$$\tau = \prod_{i=1}^{K} \sigma_i.$$

Основной концепцией синхронизации TPM является взаимное обучение. Процесс синхронизации начинается со случайно заданных входных векторов и случайно выбранных весовых коэффициентов. Обновление весов происходит только в том случае, если выходные значения двух TPM равны. Для достижения равенства весов необходимо выполнить следующие действия:

0. У двух абонентов есть многослойная сеть TPM.

1. Инициализация нейронной сети. В начале процесса синхронизации значения весовых коэффициентов задаются случайным образом.

2. Генерация случайного входного вектора, который подается на вход НС.

3. Вычисление значения скрытых и выходного нейронов.

4. Проверка равенства выходных значений обоих НС.

5. В случае несовпадения выходных значений необходимо вернуться ко второму шагу. Если выходные значения равны, тогда для каждой НС используем одно из трех правил обучений, представленных выше.

6. После достижения полной синхронизации НС на основе полученных весовых коэффициентов генерируется ключ шифрования [6].

Структура алгоритма синхронизации двух TPM представлена на рис. 2.

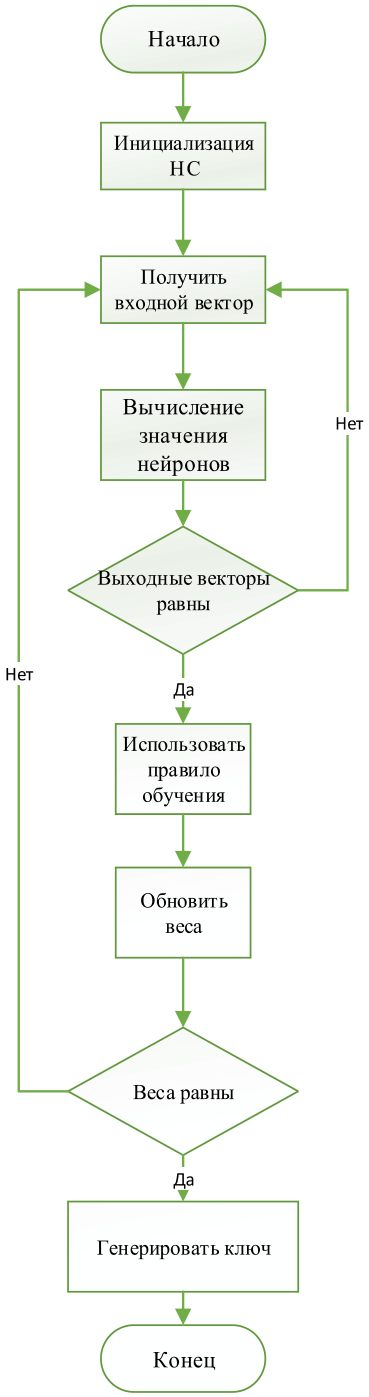


Рис. 2. Структура алгоритма синхронизации

Для достижения полной синхронизации древовидных машин четности можно использовать три правила обучения [7]:

– правило Хебба

$$w_{i,j}^{+} = g(w_{i,j} + x_{i,j}\tau\theta(\sigma_i\tau)\theta(\tau^A\tau^B)), \quad (1)$$

где $w_{i,j}$ – весовые значения скрытого слоя; $x_{i,j}$ – входные значения; τ^A – выходное значение TPM_A; τ^B – выходное значение TPM_B; τ – общий выход.

– правило анти-Хебба

$$w_{i,j}^{+} = g(w_{i,j} - x_{i,j}\tau\theta(\sigma_i\tau)\theta(\tau^A\tau^B)); \quad (2)$$

– случайное блуждание [8]

$$w_{i,j}^{+} = g(w_{i,j} + x_{i,j}\theta(\sigma_i\tau)\theta(\tau^A\tau^B)). \quad (3)$$

Представленные правила обучения должны гарантировать, нахождение весовых коэффициентов в допустимом диапазоне между –L и +L. Если же один из весов выходит за пределы этого промежутка, тогда он сбрасывается до ближайшего граничного значения L, что достигается путем использования функции g(w) в каждом правиле обучения.

$$g(w) = \begin{cases} sgn(w)L & \text{если } |w| > L; \\ w & \text{иначе.} \end{cases}$$

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о том, что конечным результатом процесса синхронизации является получение одинаковых значений весовых коэффициентов двух НС.

Нейросетевая симметричная система шифрования на основе TPM. Рассмотрим, как можно использовать процесс синхронизации в предлагаемом криптографическом алгоритме. Оба участника связи (Алиса – отправитель, Боб – получатель) используют TPM, которые обладают одинаковой архитектурой. Такие параметры, как K, L и N, являются общедоступными.

Как уже было сказано, каждая нейронная сеть начинает процесс синхронизации со случайно выбранных весовых коэффициентов, которые держатся в секрете. В процессе синхронизации по общедоступному каналу связи передаются только входные значения x_i и общие выходы τ^A и τ^B. Следовательно, каждый участник связи может знать только свое внутреннее представление (σ_1, σ_2, . . ., σ_K). После достижения полной синхронизации Алиса и Боб используют весовые коэффициенты в качестве общего секретного ключа.

На основе полученного секретного ключа Алиса и Боб могут использовать любой алгоритм симметричного шифрования. В общем виде процесс шифрования и дешифрования можно представить следующим образом:

Алиса шифрует исходное сообщение, используя закрытый ключ

$$E(m, d) = c,$$

где E – функция шифрования, d – закрытый ключ, m – открытый текст, c – зашифрованный текст.

Боб дешифрует полученное сообщение, используя тот же закрытый ключ

$$D(c, d) = m,$$

где D – функция дешифрования.

Безопасность. Безопасность криптографического алгоритма, основанного на процессе синхронизации, обеспечивается благодаря тому, что внутреннее представление TPM (σ_1, σ_2, ..., σ_K) неизвестно никому, кроме того участника связи, кому принадлежит эта нейронная сеть. Таким образом, для того чтобы расшифровать сообщение, злоумышленнику (Ева) надо знать состояния скрытых нейронов, поскольку от их значений зависит изменение весовых коэффициентов (уравнение 1, 2, 3).

Рассмотрим три метода атак, с помощью которых Ева может узнать секретный ключ:

– Метод перебора. Наиболее очевидным методом атаки на TPM является метод перебора. Однако данный способ является наименее эффективным, вследствие того, что необходимо перебрать тысячи комбинаций, прежде чем будет найдена правильная.

– Простая атака. Для осуществления этого типа атаки Ева использует TPM с такой же архитектурой, как у Алисы и Боба, а также входные x_i и выходные τ^A значения. Как говорилось выше, эти значения передаются по общедоступному каналу связи. Ева так же, как Алиса и Боб, начинает синхронизацию со случайных весов. При этом Ева для обучения использует то же правило обучения, что Алиса и Боб. На каждом шаге возможны три ситуации: $\tau^A \neq \tau^B$ (веса не обновляются); $\tau^A = \tau^B = \tau^E$ (веса обновляются); $\tau^A = \tau^B \neq \tau^E$ (веса обновляют Алиса и Боб). Таким образом, TPM^E обучается медленнее, чем TPM^A и TPM^B синхронизируются. Следовательно, Ева может определить ключ лишь с малой вероятностью.

– Генетическая атака. Данный тип атаки основан на эволюционном алгоритме, т.е. создании большой популяции TPM. Перед началом процесса синхронизации Ева имеет одну TPM с такой же архитектурой, как у Алисы и Боба. Всякий раз, когда Алиса и Боб обновляют веса (т.е. $\tau^A = \tau^B$), происходит следующее: пока число TPM, которыми обладает Ева, не превышает некоторый заданный порог M, то все TPM^E заменяются на репрезентацию из F новых TPM^E, каждая из которых получается альтернативной заменой скрытого нейрона на противоположное значение, собственно для этого подбираются новые веса [3].

Экспериментальная система и анализ результатов. На основе проведенного анализа был проведен эксперимент по сравнению представленных в первом разделе правил обучения TPM (правило Хебба, правило анти-Хебба, случайное блуждание). Целью эксперимента являлось определение того, как правила обучения влияют на продолжительность синхронизации двух TPM.

В качестве языка разработки экспериментальной системы был выбран Python, который представляет собой высокоуровневый язык программирования [9].

В экспериментальной системе были использованы четыре архитектуры TPM:

– K – 10; N – 5;
– K – 10; N – 25;
– K – 100; N – 10;
– K – 200; N – 15.

В таблице представлены параметры, полученные в ходе проведения эксперимента.

Параметры, полученные в ходе проведения эксперимента

	Время сходимости, с	Количество обновлений	Количество обновлений, совершенных Евой
Архитектура 10 x 5			
Правило Хебба	0,193461	267	69
Правило анти-Хебба	0,207788	314	92
Случайное блуждание	0,092321	175	53
Архитектура 10 x 25			
Правило Хебба	0,3806	322	72
Правило анти-Хебба	0,5997	425	113
Случайное блуждание	0,4255	320	92
Архитектура 100 x 10			
Правило Хебба	3,67883	609	118
Правило анти-Хебба	6,222801	1305	245
Случайное блуждание	4,516365	897	146
Архитектура 200 x 15			
Правило Хебба	16,745014	1187	214
Правило анти-Хебба	39,21302	2723	576
Случайное блуждание	23,25365	1469	272

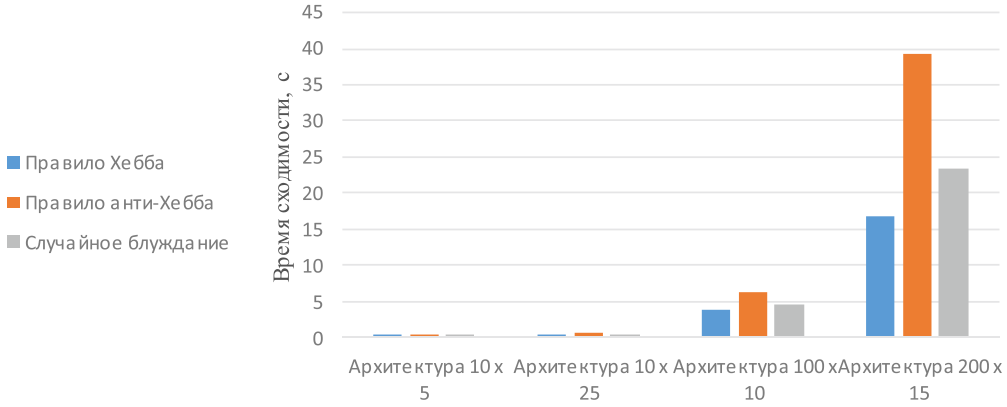


Рис. 3. Время, затраченное на синхронизацию (10×5)

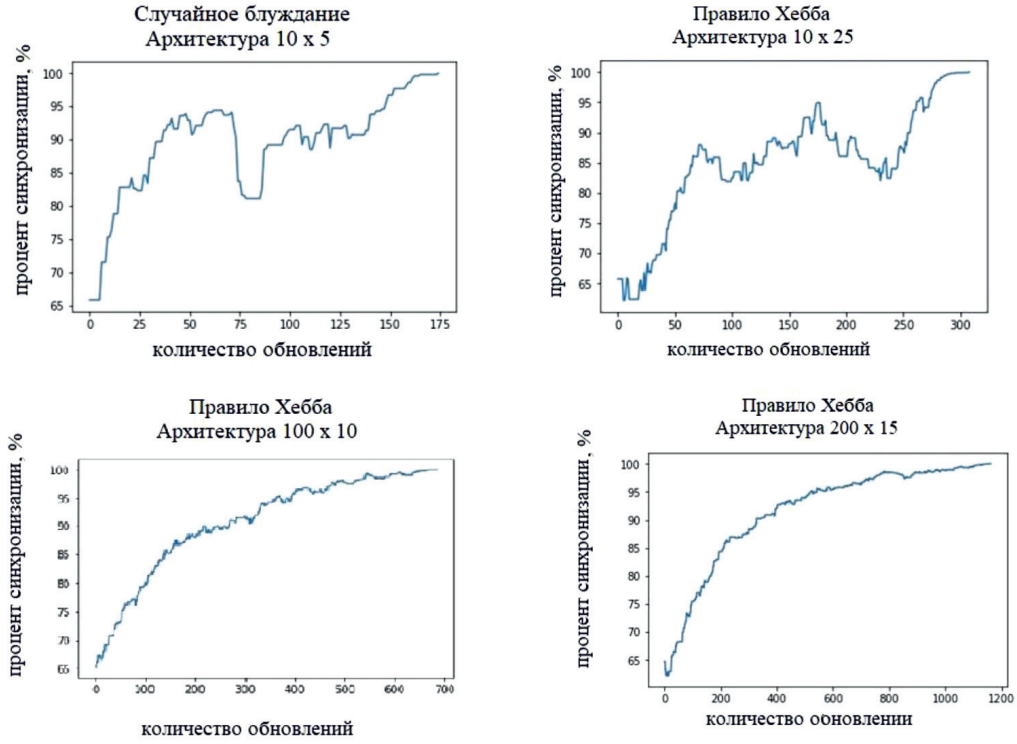


Рис. 4. Процесс синхронизации

На рис. 3 показано количество секунд, затраченных на синхронизацию TPM^A и TPM^B с представленными выше архитектурами.

Рис. 4 демонстрирует, каким образом изменялась синхронизация TPM^A и TPM^B в процессе обновления весов с использованием правил, показавших наименьшее время в результате проведенного эксперимента.

В результате проведенного эксперимента можно сделать вывод о том, что с увеличением количества нейронов во входном и скрытом слоях TPM эффективней использовать правило Хебба.

Выводы

Рассмотренный криптографический алгоритм, базирующийся на синхронизации двух нейронных сетей, позволяет решить проблему распространения секретного ключа в симметричных системах шифрования, к которым он относится. Однако данный алгоритм имеет два слабых места: он может быть взломан с помощью простой или генетической атаки.

В качестве основного метода предотвращения простой атаки, который планируется исследовать в будущем, предлагаем использовать квантовые нейронные сети. Квантовые нейронные сети, основываясь на квантовых вычислениях, обладают такими преимуществами, как квантовый параллелизм, позволяющий работать одновременно со всеми допустимыми состояниями; теория о невозможности копирования неизвестного квантового состояния и невозможности прослушать сигнал, так как это искажает сообщение. Таким образом, можно сделать предположение о том, что криптографический алгоритм, основанный на использовании квантовых нейронных сетей, будет безопасным, вследствие невозможности прослушивания сигнала Евой. Для защиты от генетической атаки предлагаем исследовать возможность увеличения количества нейронов.

Список литературы

1. Klimov A., Mityagin A., Shamir A. Analysis of Neural Cryptography. ASIACRYPT ‘02 Proceedings of the 8th International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security: Advances in Cryptology. Berlin, Heidelberg: 2002. P. 288–298.

2. Sowmya D., Priyanka B.R. Design of Word Based Stream Cipher using Tree Parity Machine. Imperial Journal of Interdisciplinary Research. 2016. [Electronic resource]. URL: https://www.onlinejournal.in/IJIRV2I10/208.pdf (date of access: 10.08.2019).

3. Martın Abadi, David G. Andersen. Learning to protect communications with adversarial neural cryptography. 2016. [Electronic resource]. URL: https://arxiv.org/pdf/1610.06918.pdf (date of access: 10.08.2019).

4. Червяков Н.И., Евдокимов А.А., Галушкин А.И. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. 280 с.

5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.: ил. Парал. тит. англ.

6. Andreas Ruttor. Neural Synchronization and Cryptography. PhD thesis, Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg 2006. 122 p.

7. Правило Хэбба. MachineLearning.ru [Электронный ресурс]. URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE_%D0%A5%D1%8D%D0%B1%D0%B1%D0%B0 (дата обращения: 10.08.2019).

8. Правило Хебба: «универсальный нейрофизиологический постулат». Habr [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/post/102305/ (дата обращения: 10.08.2019).

9. Коэльо Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. Изд. 2-е. М.: «ДМК Пресс», 2016. 302 с.

УДК 004.942:66.021.4

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛОКАЛИЗОВАННОГО ФРОНТА ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ И ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ В КРУПНОПОРИСТОМ ВЛАЖНОМ ТЕЛЕ ОКАТЫША ИЗ ОТХОДОВ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

Бобков В.И., Черновалова М.В., Лобанева Е.И.

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Смоленск, e-mail: vovabobkoff@mail.ru

В статье представлены разработки физико-химических и инженерно-технологических основ энергоресурсоэффективной переработки отходов апатит-нефелиновых руд на горно-обогатительных комбинатах в обжиговых машинах конвейерного типа, включающих математическую модель распространения локализованного фронта испарения влаги в окатыше с учетом особенностей кинетики влагосодержания в крупнопористом влажном теле окатыша, полученного из техногенного сырья отвалов горно-обогатительных комбинатов. Установлено, что математическая модель сушки таких окатышей должна учитывать изменение влагосодержания по всей длине радиуса окатыша, с разницей и ярко выраженным градиентом температуры и давления. Существенную роль играет изменение влагосодержания греющего газа-теплоносителя. В действующем режиме функционирования современных обжиговых конвейерных машин и в условиях зоны сушки капиллярный обмен влагой протекает не изотермически, а в условиях непостоянства градиента давления и температуры. В условиях многослоевой конвективной сушки на конвейере обжиговой машины образуется зона переувлажнения, которая существенно влияет на особенности тепло- и массообмена. Анализ выявленных зависимостей и полученных в вычислительных экспериментах данных обоснованно подтверждает, что для уменьшения объёма зоны переувлажнения необходимо увеличивать расход и температуру газа-теплоносителя, радиус окатышей и порозность многослойной массы окатышей. Авторы статьи полагают, что переувлажнение окатышей, полученных из отходов апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов, пропорционально разности изначальной температуры окатыша и равновесной температурой процесса сушки, которая определяется параметрами газа-теплоносителя.

Ключевые слова: тепломассообмен, температура, математическая модель, окатыш, сушка, обжиговая конвейерная машина, техногенные отходы

MATHEMATICAL MODEL OF DISTRIBUTION THE LOCALIZED FRONT EVAPORATION MOISTURE AND FEATURE OF THE KINETICS MOISTURE CONTENT IN LARGELY POROUS DAMP BODY OF THE PELLET FROM THE WASTAGE APATITE NEPHELINE ORES OF MINING AND PROCESSING WORKS

Bobkov V.I., Chernovalova M.V., Lobaneva E.I.

Smolensk Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute, Smolensk, e-mail: vovabobkoff@mail.ru

Developments of physical and chemical and engineering and technological bases of power and resource efficient processing of a wastage apatite of nepheline ores at mining and processing works in the indurating machines conveyor-based including mathematical model of distribution of the localized front of evaporation of moisture in a pellet taking into account features of a kinetics of moisture content in a largely porous moist body of the pellet received from technogenic raw materials of dumps of mining and processing works are presented in article. It is established that the mathematical model of drying of such pellets, has to consider change of moisture content on all length of radius of a pellet, with a difference and a pronounced gradient of temperature and pressure. An essential role is played by change of moisture content of heating gas heat carrier. In the operating mode of functioning of the modern indurating conveyor machines and in the conditions of the drying zone capillary exchange of moisture proceeds not isothermal, and in the conditions of a vacillation of a gradient of pressure and temperature. In the conditions of many layered convective drying on the conveyor of the indurating machine the rehumidification zone which significantly affects features warmly and a mass transfer is formed. The analysis of the revealed dependences and data obtained in computing experiments, reasonably confirms that for decrease of volume of a zone of rehumidification it is necessary to increase an expense and temperature of gas heat carrier, radius of pellets and a porosity of multilayered mass of pellets. Authors of article believe that rehumidification of the pellets received from a wastage apatite of nepheline ores of mining and processing works in proportion to the difference of initial temperature of a pellet and equilibrium temperature of process of drying which is defined by gas heat carrier parameters.

Keywords: heat and mass transfer, temperature, mathematical model, pellet, drying, indurating conveyor machine, technogenic wastage

Химико-энерготехнологический процесс сушки окомкованных отходов апатит-нефелиновых руд в горно-обогатительной промышленности на обжиговых конвейерных машинах протекает с разрушением связи влаги с основой материала окатышей и на это расходуется энергия [1]. Количество энергии на разрушение данной связи классифицируется разнообразными формами связи влаги с основой вещества. Химически

связанная вода не выводится из влажных тел даже при повышении их температуры до 95–115 °С. Связанная физико-химическая влага сохраняется внутри пор окатыша под действием адсорбционных сил. Физико-механическая влага локализуется внутри больших капилляров и на внешней поверхности окатыша. Она сохраняется под действием капиллярного давления. Большая часть влаги не связана с основой окатыша силами физико-химической природы, потому её удаление при сушке окатышей, полученных из отходов апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов, сопряжено с затратами энергии, которые сопоставимы с теплотой парообразования.

В процессе конвективной сушки окатышей на конвейере обжиговой машины в плотной многослойной массе окружающей для них средой является газ-теплоноситель – продукты сжигания топлива и воздух [2]. От него сырые окатыши получают тепловую энергию и нагреваются, а газ-теплоноситель вбирает уходящий из влажного окатыша водяной пар и повышает собственное влагосодержание.

Особенностью кинетики внешнего влагообмена при высыхании окатыша является различие концентраций влажного пара перпендикулярно поверхности сырого окатыша. Оно формирует поток паров влаги от поверхности, а градиент температур между газом-теплоносителем и поверхностью окатыша определяет приток тепла к влажному окатышу [3].

Анализ экспериментальных данных показывает: вблизи влажной поверхности окатыша образуются тепловой, концентрационный и гидродинамический пограничные слои [4]. Интенсивность тепломассообмена между поверхностью сырого окатыша и потоком газа-теплоносителя определяется уравнением, связывающим критерии подобия. Явный вид критериального уравнения определяется условиями взаимодействия газа-теплоносителя с поверхностью окатыша [5].

Процесс перемещения теплоты и влаги в телах со сложной структурой капилляров и пор протекает из-за различных взаимодействующих механизмов переноса физической природы. Для действующих условий сушки окатышей в обжиговой конвейерной машине, невозможен полный анализ процесса транспорта теплоты и влаги внутри таких материалов, учитывающий всевозможные элементарные типы переноса [6]. По данным экспериментов, полученные кинетические коэффициенты для самого широкого диапазона варьирования температуры и влагосодержания различаются достаточно сильно [7].

Целью представленного исследования является создание фундаментальных научных физико-химических, теплотехнологических и организационно-технических основ инжиниринга энергоресурсоэффективных экологически безопасных многостадийных систем переработки отходов апатит-нефелиновых руд на горно-обогатительных комбинатах, которая позволит получить из скопившегося в хвостохранилищах мелкодисперсного сырьевого материала конкурентоспособную продукцию с высокой добавленной стоимостью, сократить затраты на захоронение этих отходов, а также существенно увеличить глубину переработки отходов в конечные полезные продукты для химической, металлургической, горной и машиностроительной индустрии. Для достижения поставленной цели следует решить следующую фундаментальную научную задачу – разработать физико-химические и инженерно-технологические основы энергоресурсоэффективной переработки отходов апатит-нефелиновых руд на горно-обогатительных комбинатах в обжиговых машинах конвейерного типа, включающих математическую модель распространения локализованного фронта испарения влаги в окатыше, с учетом особенностей кинетики влагосодержания в крупнопористом влажном теле.

Модель локализованного фронта испарения влаги в сферическом окатыше

Основным положением для описания кинетики сушки является следующий факт – влага передвигается в пористой структуре окатыша, полученного из отходов апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов, достаточно свободно. Испарение влаги осуществляется на внешней поверхности окатыша [8]. Градиент влагосодержания обеспечивает подвод влаги изнутри окатыша к внешней поверхности испарения, где она удаляется во внешнюю среду. Количество теплоты, которая подводится к наружной поверхности окатыша, определяет скорость процесса сушки [9]. В процессе сушки окатыша возникает углубляющийся фронт испарения влаги (рис. 1). К этому локализованному фронту испарения тепловая энергия от газа-теплоносителя, обдувающего окатыш, тепловая энергия подводится теплопроводностью высушенного слоя окатыша. На фронте испарения тепловая энергия расходуется на фазовый переход жидкости в пар. Из-за испарения в пористой структуре окатыша формируется повышенное давление и появившийся пар фильтруется к внешней поверхности сквозь высушенный слой окатыша от локализованного фронта испарения.

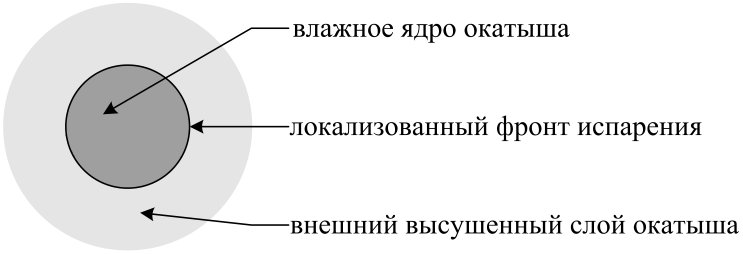


Рис. 1. Формирование локализованного фронта испарения внутри окатыша

Скорость испарения влаги в материале окатыша определяется последовательным действием фильтрационного и термического сопротивлений. Температура и давление паров влаги в окрестности фронта испарения взаимосвязаны зависимостями для насыщенного пара и устанавливаются в процессе сушки.

Для высушенного слоя окатыша температурное поле и поле повышенного давления, являются квазистационарными и могут быть описаны дифференциальными уравнениями

$$\frac{d^2T}{d^2x}+\frac{2}{x}\frac{dT}{dx}=0,\ \frac{d^2P}{d^2x}+\frac{2}{x}\frac{dP}{dx}=0. \qquad (1)$$

Здесь T – температура, P – давление, x – координата радиуса окатыша.

На наружной поверхности окатыша выполняется граничное условие первого рода для температуры, $T\big|_{x=R}=T_0$, и для давления, $P\big|_{x=R}=P_0$, которое равно на внешней границе давлению внешней среды. Непосредственно в окрестности локализованного фронта испарения выполняются равенства $T\big|_{x=r}=T_*$, $P\big|_{x=r}=P_*$, где r – радиус фронта испарения, T_* и P_* – температура и давление насыщенных паров, связанные между собой соответствующими известными зависимостями.

Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений (1) с соответствующими указанными граничными условиями принимает вид

$$T=T_o-\left(T_0-T_*\right)\frac{r}{x}\frac{R-x}{R-r},$$

$$P=P_o-\left(P_0-P_*\right)\frac{r}{x}\frac{R-x}{R-r}. \qquad (2)$$

Тепловая энергия, которая подводится к локализованному фронту испарения посредством теплопроводности, используется на испарение, в соответствии с балансовым уравнением

$$r^2\lambda\left.\frac{dT}{dx}\right|_{x=r}=r^2\rho_p u_o Q_s\frac{dr}{d\tau}, \qquad (3)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, ρ_p – плотность материала окатыша, u_o – начальное влагосодержание окатышей, Q_s – удельная теплота парообразования, τ – время.

Зависимость коэффициента теплопроводности λ от температуры T материала окатыша, полученная авторами в работе [2], представлена на рис. 2.

Пар, образующийся на фронте испарения, фильтруется сквозь высушенный слой окатыша к его поверхности и описывается соотношением для ламинарной фильтрации:

$$r^2\rho_s\frac{K}{\mu}\left.\frac{dP}{dx}\right|_{x=r}=r^2\rho_p u_o\frac{dr}{d\tau}, \qquad (4)$$

где ρ_s – плотность, μ – динамический коэффициент вязкости для пара, K – коэффициент проницаемости пара для высушенного слоя окатыша.

Из уравнений (2–4) вытекает линейная зависимость для избыточного давления и температуры в окрестности локализованного фронта испарения:

$$T_0-T_*=\frac{KQ_s}{\mu\lambda}\rho_s\left(P_*-P_0\right).$$

При подстановке (2) в (3) получается соотношение, которое определяет скорость движения локализованного фронта испарения внутрь окатыша:

$$\rho_p u_o Q_s r\frac{dr}{d\tau}=\frac{\lambda R\left(T_0-T_*\right)}{R-r}. \qquad (5)$$

После интегрирования уравнения (5) при начальном условии $r\big|_{\tau=0}=R$ получа-

ется следующее кинетическое уравнение, описывающее сушку окатыша:

$$\frac{\gamma^{2/3}}{2}-\frac{\gamma}{3}=\frac{1}{6}-\frac{\lambda\left(T_0-T_*\right)}{\rho_p u_0 Q_s R^2}, \qquad (6)$$

здесь $\gamma=\left(r/R\right)^3$ – относительная степень сушки окатыша.

Время τ_f, за которое полностью высохнет окатыш, можно найти из соотношения (6) при условии $\gamma = 0$,

$$\tau_f=\frac{\rho_p u_0 Q_s R^2}{6\lambda\left(T_0-T_*\right)}.$$

Продифференцировав уравнение (6), получим уравнение для скорости сушки окатыша:

$$\frac{d\gamma}{d\tau}=\frac{3\lambda\left(T_0-T_*\right)\sqrt[3]{\gamma}}{\rho_p u_0 Q_s R^2\left(\sqrt[3]{\gamma}-1\right)}. \qquad (7)$$

Представленная модель распространения локализованного фронта испарения наиболее вероятна для сырых окатышей в диапазонах температур газа-теплоносителя в зоне сушки обжиговых конвейерных машин.

Температуру мокрого термометра T_* можно найти, например, из уравнения

$$T_*=T_g-1916,6667\cdot\left\{0,622/\left[163,8\cdot\exp\left(-17,3\cdot T_*/\left[T_*+235\right]\right)-1\right]-X_W\right\},$$

где T_g – температура, X_W – влагосодержание газа-теплоносителя, подаваемого на нагрев окатышей.

Особенность проведения вычислительных экспериментов по кинетике сушки окатышей

Проводились вычислительные эксперименты по расчёту кинетики процесса сушки, на основе разработанной авторами математической модели распространения локализованного фронта испарения влаги и в крупнопористом влажном теле окатыша. Полагались следующие начальные значения переменных процесса сушки окатышей: начальное влагосодержание $u_0 = 0{,}11$ кг/кг, радиус окатыша $R = 10$ мм, начальная температура окатыша $T = 18$ °C, скорость подачи газа-теплоносителя 1,3 м/с, с температурой T_g 1) 90 °C, 2) 180 °C, 3) 270 °C, 4) 360 °C, 5) 450 °C. Обыкновенное дифференциальное уравнение для кинетики сушки (7) решалось совместно с уравнением теплопроводности для сферического тела. Адекватность предлагаемой математической модели продвижения локализованного фронта сушки от поверхности окатыша к центру подтверждается совпадением с опубликованными экспериментальными результатами и известными качественными зависимостями для относительной степени высушивания (рис. 3), влагосодержания (рис. 4), температуры окатыша внутри и на границе (рис. 5) от времени высушивания при различных температурах нагрева газом-теплоносителем.

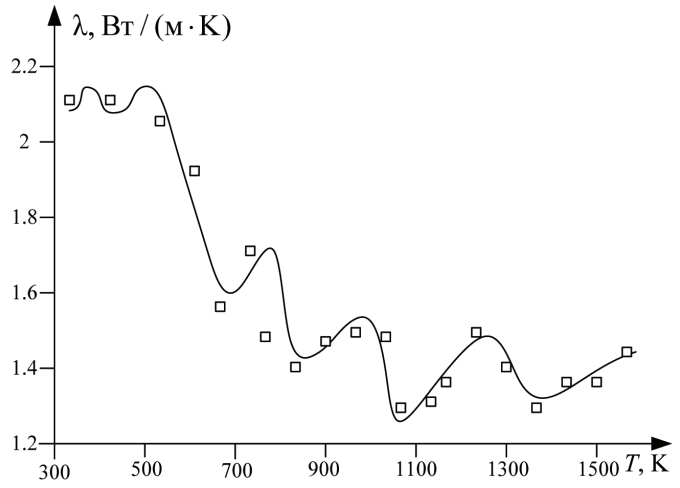


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры

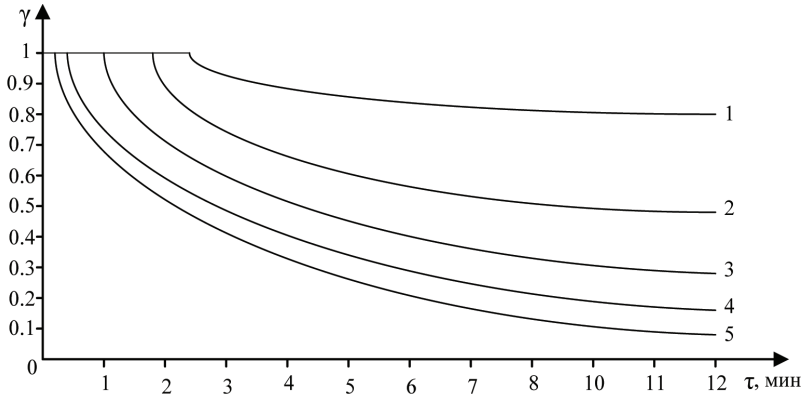


Рис. 3. Относительная степень высушивания окатыша при разных температурах T_g газа-теплоносителя: 1) 90 °С, 2) 180 °С, 3) 270 °С, 4)360 °С, 5) 450 °С

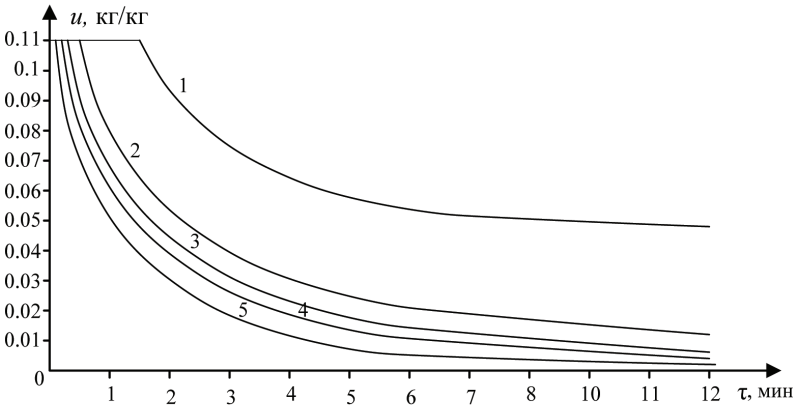


Рис. 4. Влагосодержание в окатыше при разных температурах T_g газа-теплоносителя, в зависимости от времени прогрева: 1) 90 °С, 2) 180 °С, 3) 270 °С, 4)360 °С, 5) 450 °С

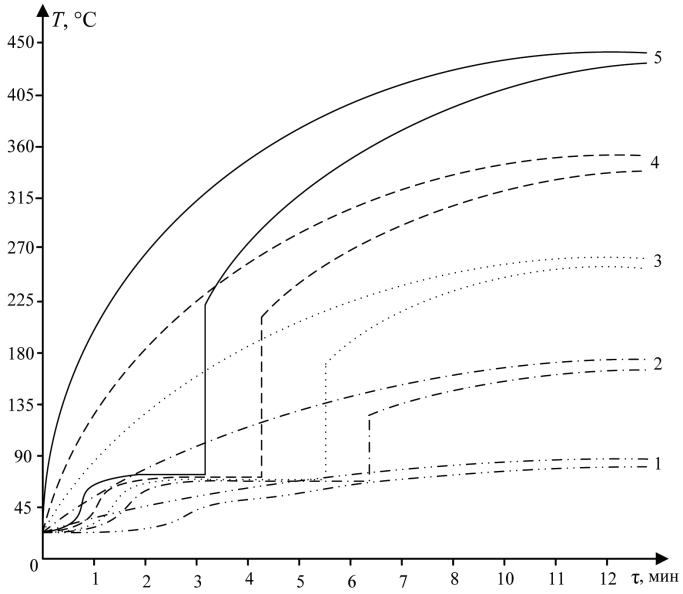


Рис. 5. Температура T на границе x = R и в центре x = 0 окатыша при разных температурах газа-теплоносителя T_g, в зависимости от времени прогрева: 1) 90 °С, 2) 180 °С, 3) 270 °С, 4)360 °С, 5) 450 °С

Обсуждение результатов вычислительных экспериментов

Если температура материала окатыша несопоставима с температурой мокрого термометра, процесс высушивания не начинается, это подтверждается рис. 3–4, особенно это явление заметно при температуре нагрева 90 °С. Сушка окатыша протекает наиболее интенсивно при повышении температуры газа-теплоносителя. На рис. 4 особенно видно, что вначале процесс сушки ускоряется, а затем замедляется. Это обусловлено тем, что в начале процесса сушки влага испаряется с внешних поверхностных слоёв окатыша, а потом локализованный фронт испарения начинает своё движение внутрь и подвод тепла к фронту испарения обеспечивается теплопроводностью высохшего внешнего слоя (рис. 1). Температура сырой внутренней части окатыша повышается до температуры мокрого термометра на фронте испарения, а температура сухой внешней части окатыша возрастает к поверхности и сравнивается с температурой газа-теплоносителя (рис. 5). По поверхности локализованного фронта испарения внутри окатыша ярко выражен градиент температуры, и чем больше температура газа-теплоносителя, тем больше градиент. Следовательно, форсированная сушка окатышей может привести к термоградиентному разрушению окатыша [10]. Образующийся на фронте испарения пар фильтруется сквозь сухой внешний слой окатыша, а значит, важно учитывать и контролировать этот поток пара.

Заключение

Обнаружено, что при ускоренном нагреве сырого окатыша в глубине его структуры пор протекает процесс образования пара. Появляющееся в связи с этим повышенное давление не в состоянии быстро релаксироваться сквозь структуру пор окатыша, и ярко выраженный градиент давления в глубине капиллярно-пористого тела окатыша обеспечивает передвижение влаги. Из-за того что удаление влаги протекает не столько с поверхности окатышей, сколько в глубине их, температура в центральной части меньше, чем на поверхностной, следовательно, существует и температурный градиент. В результате проведенных вычислительных экспериментов выявлена взаимозависимость изменения среднеинтегральной и локальной температуры и содержания влаги. Обнаружено, что окатыши, полученные из отходов апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов, обладают наиболее высокой скоростью сушки в условиях постоянства температуры греющего газа-теплоносителя.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 18-29-24094 МК.

Список литературы

1. Леонтьев Л.И., Григорович К.В., Костина М.В. Фундаментальные исследования как основа создания новых материалов и технологий в области металлургии. Часть 1 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 1. С. 11–22. DOI: 10.17073/0368-0797-2016-1-11-22.

2. Бобков В.И., Мищенко М.Н. Исследование теплофизических характеристик окомкованного фосфатного материала // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 7–1. С. 26–29.

3. Бобков В.И. Энергосбережение в технологии сушки материала в плотном слое на основе интенсификации тепломассообмена // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 12–4. С. 585–589.

4. Леонтьев Л.И. Физико-химические особенности комплексной переработки железо-содержащих руд и техногенных отходов // XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: Тезисы докладов в 5 т. Уральское отделение Российской академии наук. Екатеринбург, 2016. С. 92.

5. Luis P., Van der Bruggen B. Exergy analysis of energy-intensive production processes: advancing towardsa sustainable chemical industry. Journal of Chemical Technology and Biotechonology. 2014. Vol. 89. No. 9. P. 1288–1291. DOI: 10.1002/jctb.4422.

6. Боковиков Б.А., Брагин В.В., Швыдкий В.С. О роли зоны тепловой инерции при термообработке окатышей на обжиговых конвейерных машинах // Сталь. 2014. № 8. С. 43–48.

7. Elgharbi S., Horchani-Naifer K., Férid M. Investigation of the structural and mineralogical changes of Tunisian phosphorite during calcinations. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2015. Vol. 119. No. 1. P. 265–269. DOI: 10.1007/s10973-014-4132-5.

8. Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Федина В.В. Определение комкуемости железорудной шихты с целью прогнозирования прочностных свойств окатышей // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 8. С. 53–57.

9. Буткарев А.А. Особенности практического использования методологии ВНИИМТ для оптимизации теплотехнических схем обжиговых конвейерных машин // Металлург. 2011. № 4. С. 38–43.

10. Бобков В.И. Оптимизация химико-технологического процесса сушки в стационарном режиме многослойной массы фосфоритовых окатышей по критерию энергоресурсоэффективности // Современные наукоёмкие технологии. 2018. № 5. С. 25–29.

УДК 004.42:004.388:654.94

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗДАНИЯ

Буткина А.А., Гущина О.А., Сидорин А.С., Шамаев А.В.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: butkinaaa@gmail.com

Данная статья посвящена разработке элементов автоматизированной системы контроля состояния инженерных сетей интеллектуального здания. В статье приведены определение и классификация инженерных сетей, описание концепции «Интеллектуальное здание». Выявлены и сформулированы основные функциональные требования к разрабатываемой системе, которые были использованы при разработке ее концептуальной модели, представленной в виде диаграммы вариантов использования. Приведена разработанная авторами структурная схема электронного устройства, являющегося ключевым элементом данной системы. Для реализации данной структурной схемы в виде физического макета выполнен подбор комплектующих указанного электронного устройства, на базе которых разработаны его принципиальная схема, физический макет и программное обеспечение. Приведено описание оборудования, используемого для тестирования данного физического макета и встроенного в него программного обеспечения. Работоспособность физического макета разработанного устройства подтверждена путем успешной отправки электронных писем-уведомлений пользователям системы о срабатывании соответствующих датчиков, происходящем при превышении допустимых значений контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей интеллектуального здания, или об их переходе в состояние, соответствующее штатному режиму работы. Описаны перспективы дальнейшего развития и расширения функциональных возможностей разрабатываемой системы.

Ключевые слова: инженерные сети, интеллектуальное здание, микроконтроллер, программное обеспечение, Arduino, NodeMCU, электронное устройство

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF GENERAL UTILITIES OF THE INTELLIGENT BUILDING

Butkina A.A., Guschina O.A., Sidorin A.S., Shamaev A.V.

National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: butkinaaa@gmail.com

This article is devoted to the development of elements of automated control system of general utilities of the intelligent building. The article presents the definition and classification of general utilities, description of «Intelligent Building» concept. The main functional requirements for the developed system are identified and formulated. These requirements are used to develop a conceptual model, which is presented as use case diagram. The developed by authors structural diagram of the electronic device is shown, which is a key element of this system. Selection of components of the electronic device is configured to implement the structural diagram as physical model. The circuit diagram, the physical model and the built-in software is developed on base of the selected components. The description of equipment used to testing of the physical model and the built-in software is presented. This testing is implemented successfully by sending of e-mail notifications to users of the system about changing of the corresponding sensors state. The prospects of further development and expansion of the functionality of the developed system are described.

Keywords: general utilities, Intelligent Building, microcontroller, software, Arduino, NodeMCU, electronic device

Инженерные сети и оборудование – это совокупность элементов современного здания, которые делают работу и жизнь в нем наиболее комфортной. Без таких компонентов невозможно назвать сооружение полноценным и пригодным для эксплуатации. Они обеспечивают снабжение зданий водой, электрической и тепловой энергией, водоотведение, вентиляцию и кондиционирование, наружное освещение, газоснабжение, сигнализацию и связь.

Система, которая объединяет все инженерные системы здания в единую систему жизнеобеспечения, реализует концепцию «Интеллектуальное здание». Согласно данной концепции, одна из систем может влиять на поведение других по заранее выработанным алгоритмам. При этом управление функциями инженерных систем здания осуществляется через единый ситуационный центр, а работоспособность инфраструктуры интеллектуального здания напрямую влияет на условия жизни его обитателей.

Весь комплекс коммуникаций и сооружений интеллектуального здания можно поделить на два типа [1]:

– внешние инженерные сети, которые расположены на улицах, магистралях, трассах. Это линии, передающие электричество; трансформаторные подстанции; теплосети, обеспечивающие подачу тепловой энергии; гидротехнические комплексы; очистные, газораспределительные, насосные станции; наружное освещение дорог, трасс и т.д.;

– внутренние инженерные системы, которые находятся внутри здания. Это домовые электросети; коммуникации для подачи отопления и воды их конечному потребите-

лю; вентиляция; телефонные и кабельные системы и т.д.

Ключевыми критериями системы «Интеллектуальное здание» являются: обеспечение удобного интерфейса управления зданием, грамотное распределение ресурсов, снижение эксплуатационных затрат и, как следствие, создание оптимальной среды для жизни или бизнеса предприятия.

Проект интеллектуального здания должен быть выполнен таким образом, чтобы интеграция всех его систем управления была выполнена с минимальными затратами и обеспечивались максимальная простота и удобство его обслуживания. Такой проект должен обеспечивать возможность увеличения и видоизменения конфигурации установленных в здании систем, таких как комплексы технических средств охраны, офисные службы, системы жизнеобеспечения, противопожарные системы, локальные вычислительные сети.

Концепция «Интеллектуальное здание» может быть реализована и в более простом варианте – как совокупность датчиков, объединенных в единую систему, реализующую функции мониторинга и диспетчеризации. Особенностью данного варианта реализации концепции является возможность контролировать состояние инженерных сетей интеллектуального здания и задавать их параметры, однако не позволяет диспетчеру непосредственно управлять оборудованием.

Цель исследования: разработка автоматизированной системы контроля (АСК) состояния инженерных сетей интеллектуального здания в рамках упрощенной формы реализации данной концепции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– выполнить обоснование и выбор инструментальной системы разработки проекта АСК инженерными сетями;

– разработать архитектуру АСК;

– разработать структурную и принципиальную схемы АСК;

– разработать программное обеспечение АСК;

– выполнить тестирование разработанной АСК.

Материалы и методы исследования

Ранее авторами было проведено исследование, одним из результатов которого является выбор в качестве инструментальной системы разработки проекта среды Arduino IDE и языка программирования Wiring [2].

Прежде чем приступить к разработке автоматизированной системы контроля, необходимо сформулировать предъявляемые к ней функциональные требования, а также разработать ее концептуальную модель, которая описывает участников, основные сценарии и варианты (прецеденты) работы системы. Необходимость использования концептуальной модели обусловлена тем фактом, что все функциональные требования должны быть подробно зафиксированы в описаниях вариантов использования. В рамках проведенного исследования было выявлено 11 функциональных требований к АСК, которые использовались при описании взаимоотношения участников и прецедентов, представленных на диаграмме вариантов использования:

1. Для взаимодействия компонентов системы должно использоваться единое пространство данных.

2. Система предназначена для работы в непрерывном (круглосуточном) режиме.

3. Система должна иметь встроенные подсистемы диагностирования.

4. Система должна обеспечивать возможность хранения и обработки информации для каждого компонента системы в объеме не менее 1000 записей.

5. Система должна обеспечивать взаимодействие пользователей с системой посредством визуального графического интерфейса.

6. Система должна обеспечивать возможность выполнения ввода-вывода данных, приема управляющих команд и отображения результатов их исполнения в интерактивном режиме в реальном масштабе времени.

7. Система должна иметь возможность обслуживания и выполнения ремонтно-профилактических работ, а также работ по администрированию системы и технической поддержке пользователей.

8. Система должна обеспечивать возможность выполнения процедуры аутентификации и идентификации субъекта доступа (пользователя) при входе в нее с использованием соответствующей пары – идентификатор/пароль. При этом пользователю должна быть предоставлена возможность самостоятельной смены пароля неограниченное число раз.

9. Все действия пользователей в системе должны фиксироваться в журнале, доступ к содержанию которого должен быть предоставлен только администратору системы.

10. Программное обеспечение системы должно автоматически восстанавливать свое функционирование после аварии при корректном перезапуске аппаратных средств.

11. Система должна обеспечивать возможность организации автоматического или ручного резервного копирования данных.

Разрабатываемая система предназначена для работы только двух актеров – пользователя и администратора, основные функции которых отражены на диаграмме вариантов использования (рис. 1).

На следующем этапе исследования была разработана структурная схема электронного устройства, являющегося ключевым элементом автоматизированной системы контроля состояния инженерных сетей интеллектуального здания (рис. 2). Данная схема включает следующие блоки:

– сервер, на котором хранятся сведения о состоянии инженерных сетей;

– Wi-Fi модуль, обеспечивающий беспроводную связь с сервером;

– микроконтроллер, который обеспечивает управление датчиками посредством получения сигнала от сервера через Wi-Fi модуль и отправку показаний датчиков на сервер;

– датчики, выполняющие по запросу сервера измерения значений контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей;

– внешние воздействия, под которыми подразумеваются изменения параметров, контролируемых

датчиками и отражающих состояние инженерных сетей (утечка газа, жидкости, превышение допустимой температуры и/или влажности и т.д.).

Для реализации построенной структурной схемы электронного устройства в виде физического макета необходимы следующие комплектующие:

– отладочная плата NodeMCU со встроенным Wi-Fi модулем [3];

– инфракрасный датчик движения HC-SR505 [4];

– датчик контроля газа MQ-2, используемый для обнаружения утечек газа и задымления [5];

– датчик влажности и температуры DHT-11 [6].

Принципиальная схема макета данного электронного устройства, построенного на базе перечисленных выше компонентов, изображена на рис. 3.

Результаты исследования и их обсуждение

Физический макет в собранном виде выглядит следующим образом (рис. 4).

Финальным этапом исследования является тестирование работоспособности собранного физического макета. Начнем тестирование с проверки работы датчика контроля газа. Для моделирования ситуации утечки газа в помещении поднесем к нему источник газа, в роли которого используем газовую зажигалку. Когда считываемое датчиком значение превышало допустимое значение, установленное в программе микроконтроллера, он срабатывал, что свидетельствовало о превышении допустимой концентрации газа в помещении. Работоспособность датчика движения была продемонстрирована путем выполнения перемещений объекта в непосредственной близости от него, а датчика влажности и температуры – в результате воздействия парогенератора.

Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Рис. 2. Структурная схема разрабатываемого устройства

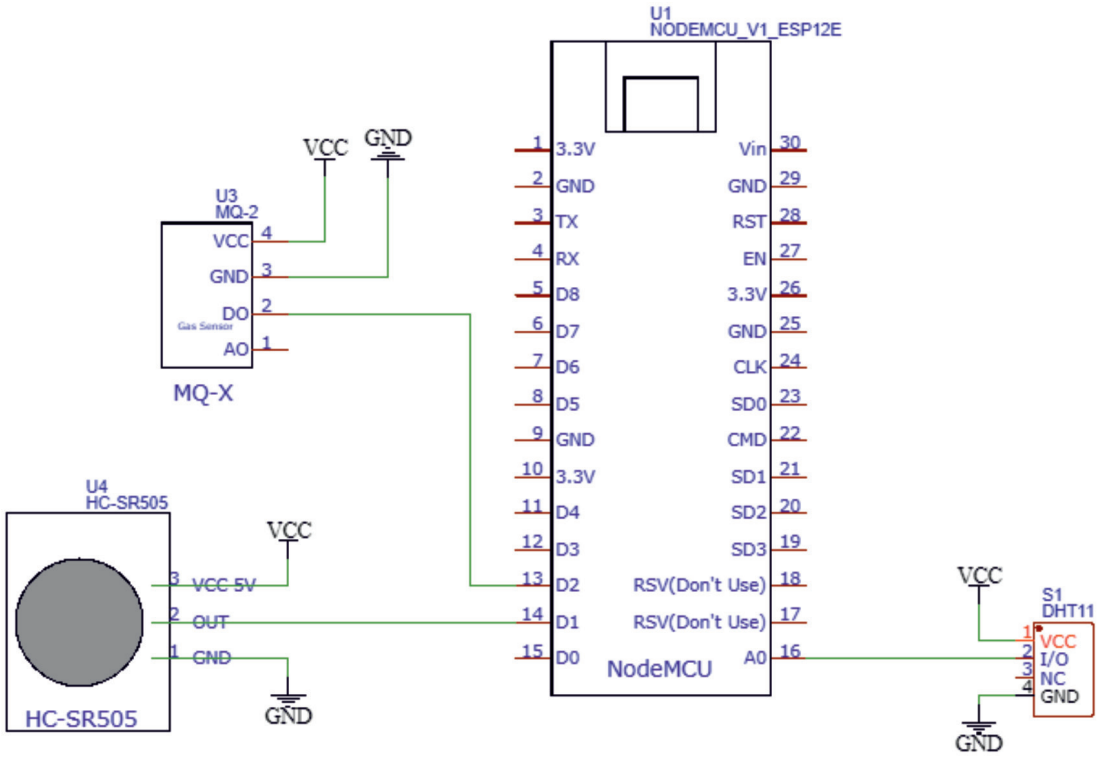


Рис. 3. Принципиальная схема физического макета разрабатываемого устройства

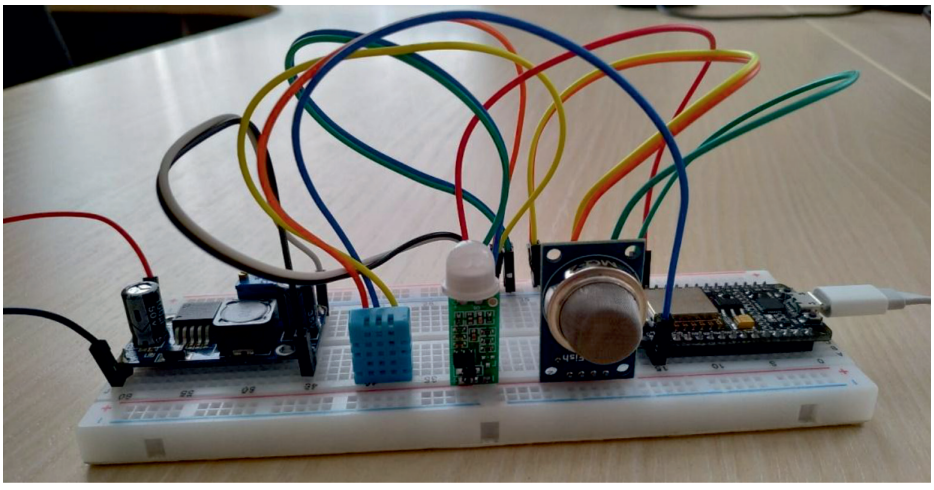


Рис. 4. Физический макет электронного устройства

В качестве способа получения уведомлений о сработавшем датчике или его переходе в состояние, соответствующее штатному режиму работы, использовалась отправка электронных писем (рис. 5). Данный способ является в настоящее время одним из самых удобных, так как подавляющее большинство пользователей всегда имеет при себе телефон с выходом в интернет, тем самым получая возможность связаться с практически любым электронным устройством, имеющим возможность дистанционного управления.

Таким образом, разработанный физический макет электронного устройства и встроенное в него программное обеспечение позволяют организовать отправку всем пользователям системы электронных писем-уведомлений о срабатывании соответствующего датчика или его переходе в состояние, которое соответствует штатному режиму работы.

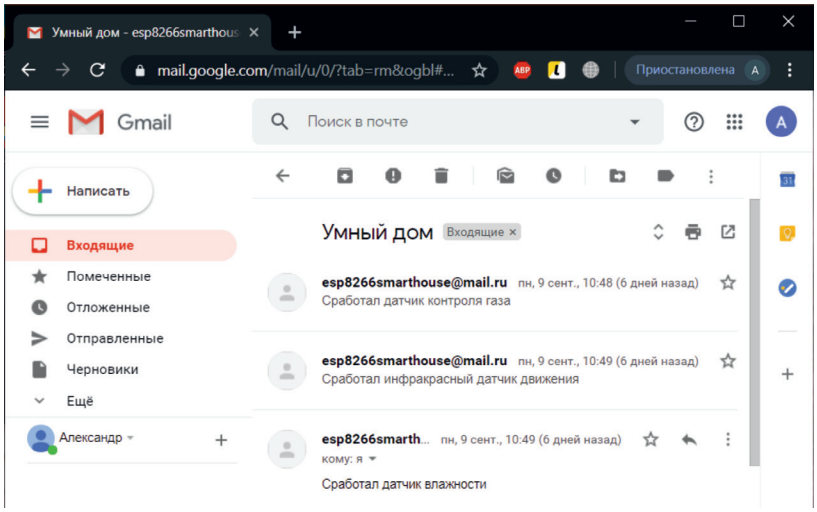


Рис. 5. Получение уведомлений о срабатывании датчиков по электронной почте

Заключение

В результате исследования был разработан физический макет и встроенное программное обеспечение электронного устройства, имитирующего работу ключевого элемента автоматизированной системы контроля состояния инженерных сетей интеллектуального здания. Работоспособность данного устройства была подтверждена путем успешной отправки электронных писем-уведомлений пользователям системы о срабатывании соответствующих датчиков, происходящем при превышении допустимых значений контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей интеллектуального здания.

Проведенное исследование является одним из начальных этапов комплекса работ, посвященных разработке автоматизированной системы управления инженерными сетями. Одним из его последующих этапов является создание клиент-серверного приложения, предоставляющего доступ к просмотру и контролю значений всех контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей интеллектуального здания в реальном режиме времени. Также предполагается дальнейшее расширение спектра контролируемых параметров и функционала системы путем ее дооснащения дополнительными контролирующими (видеокамера, датчик огня и т.п.) и исполнительными устройствами (сервоприводы, реле и т.д.).

Список литературы

1. Мусажонов М.А.У., Умарова Д.З. Инженерные коммуникации зданий // Вопросы науки и образования. 2018. № 8 (20). С. 30–31.

2. Буткина А.А., Сидорин А.С., Шамаев А.В. Реализация методологии Internet of Energy при взаимодействии системы «Умный дом» с интеллектуальной энергетической системой // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 8. С. 38–43.

3. Начало работы с ESP8266 NodeMCU v3 Lua с Wi-Fi. ArduinoMaster Российское Ардуино-сообщество. Разработка технической документации. [Электронный ресурс]. URL: https://arduinomaster.ru/platy-arduino/esp8266-nodemcu-v3-lua (дата обращения: 27.08.2019).

4. «HC-SR505» мини ИК датчик движения (встраиваемый). Умный дом. Его устройство и системы. [Электронный ресурс]. URL: https://umnyjdomik.ru/hc-sr505-mini-ik-datchik-dvizheniya-vstraivaemyj.html (дата обращения: 27.08.2019).

5. Определение концентрации углеводородных газов с помощью датчика MQ-2. Arduino это очень просто. [Электронный ресурс]. URL: https://arduino-kit.ru/blogs/blog/45-opredelenie-kontsentratsii-uglevodorodnyh-gazov-s-pomoschyu-datchika-mq-2 (дата обращения: 27.08.2019).

6. DHT11 Датчик влажности и температуры. «Catcatcat electronics». [Электронный ресурс]. URL: http://catcatcat.d-lan.dp.ua/wp-content/uploads/2013/08/DHT11_Catcatcat_electronics.pdf (дата обращения: 27.08.2019).

УДК 004.02:629.76

МЕТОДИКА ВЫБОРА ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОТОВНОСТИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ К ПУСКУ

Вивчарь Р.М., Решетников Д.В., Герасименко С.Ю.

ФГБВОУ ВО «ВКА имени А.Ф. Можайского» МО РФ, Санкт-Петербург, e-mail: ramzec9322@rambler.ru

Одним из показателей, влияющих на оперативность наращивания и восполнения орбитальной группировки космических аппаратов, является вероятность подготовки и пуска ракеты космического назначения за заданное время. В настоящее время значение этой вероятности не соответствует требуемому. На вероятность подготовки и пуска ракеты космического назначения оказывают влияние параметры системы обеспечения готовности ракеты космического назначения к пуску. Они же влияют на эксплуатационные затраты на процесс подготовки. В свою очередь требованиями руководящих документов определена необходимость минимизации этих эксплуатационных затрат. В публикации представлено описание методики выбора значений параметров системы обеспечения готовности ракеты космического назначения к пуску, которые позволят обеспечить требуемую вероятность подготовки и пуска ракеты космического назначения за заданное время при минимизации эксплуатационных затрат в условиях различной интенсивности запуска космических аппаратов военного назначения. Представлена структурно-логическая схема методики. Приведено описание ее основных этапов. Поставлены вербальная и формальная постановки задачи выбора оптимальных значений параметров системы обеспечения готовности ракеты космического назначения к пуску и описаны алгоритмы ее решения на основе метода динамического программирования Р. Беллмана.

Ключевые слова: ракеты космического назначения, система обеспечения готовности, технологическое оборудование, метод динамического программирования

TECHNIYUE OF SELECTION OF PARAMETERS OF A SYSTEM OF REQUISITION REQUIREMENTS FOR SPACE APPLICATION TO START

Vivchar R.M., Reshetnikov D.V., Gerasimenko S.Yu.

Mozhaisky Military Space Academy, St. Petersburg, e-mail: ramzec9322@rambler.ru

One of the indicators that affects the efficiency of building up and replenishing the orbital group of spacecraft is the probability of preparing and launching a space rocket for a given time. Currently, the value of this probability does not advise the required. The probability of preparation and launch of a space rocket is influenced by the parameters of the system for ensuring the readiness of a space rocket for launch. They also affect the operating costs of the preparation process. In turn, the requirements of the guidance documents determine the need to minimize these operating costs. the probability characterizing the publication presents a description of the methodology choice of parameter values the system of preparedness of a space rocket for launch, which will provide the required probability of the preparation and launch of a space rocket over the specified time while minimizing operating costs under conditions of different intensity of launch of spacecraft for military purposes. The structural and logical scheme of the method is presented. The description of its main stages is given. The verbal and formal formulation of the problem of choosing the optimal values of the parameters of the system for ensuring the readiness of a space rocket for launch and the algorithms for its solution based on the method of dynamic programming by R. Bellman are described.

Keywords: space rocket, system readiness, process equipment, the method of dynamic programming

В период непосредственной угрозы агрессии и в военное время необходимо проведение комплекса мероприятий и действий по наращиванию и восполнению орбитальной группировки космических аппаратов военного назначения в стратегической космической зоне за короткий отрезок времени [1, 2]. Это в свою очередь приводит к резкому увеличению интенсивности запуска космических аппаратов (КА) военного назначения. Показателем, влияющим на оперативность наращивания и восполнения орбитальной группировки КА, является вероятность подготовки и пуска ракеты космического назначения (РКН) за заданное время ($P_{пп}$).

Анализ отчетов по пускам ракет-носителей «Союз-2» с 1-го Государственного испытательного космодрома Министерства обороны (МО) РФ показал, что в настоящее время имеется несоответствие вероятности подготовки и пуска РКН за заданное время требуемым значениям.

На эту вероятность оказывают влияние различные параметры системы обеспечения готовности (СОГ) РКН к пуску, такие как: количество запасных частей (ЗЧ) элементов замены (ЭЗ) технологического оборудования (ТлОБ) РКК; времена доставки ЗЧ ЭЗ; уровень обученности личного состава БР, характеризующийся временем устранения отказа $t_{устр}$; период контроля техническо-

го состояния (ТС) ТлОб. Также стоит отметить, что эти параметры существенным образом влияют и на эксплуатационные затраты процесса подготовки РКН [3]. В свою очередь требованиями различных руководящих документов определена необходимость минимизации эксплуатационных затрат на вооружение и военную технику (ВВТ).

Таким образом вышесказанные обстоятельства свидетельствуют о необходимости наличия научно-методического аппарата, позволяющего выбрать оптимальные значения параметров СОГ, которые обеспечат требуемую $P_{\text{пп}}$ при минимизации эксплуатационных затрат.

Целью данной статьи является представление на основе полученных зависимостей $P_{\text{пп}}$ и эксплуатационных затрат от параметров СОГ [4] разработанной методики выбора таких их значений, которые позволят обеспечить требуемую вероятность подготовки и пуска РКН за заданное время при минимизации эксплуатационных затрат в условиях различной интенсивности запуска КА.

Структурно-логическая схема методики

Для того чтобы описать предложенную в статье методику выбора значений параметров СОГ РКН к пуску при различной интенсивности запусков КА, представим ее в виде структурно-логической схемы (рис. 1), на которой отражены основные ее этапы.

Определение оптимальных значений параметров СОГ РКН к пуску

Постановка задачи

В описанной выше методике наибольший интерес представляет этап 7, на котором происходит выбор оптимальных значений параметров СОГ РКН к пуску. Формально эта задача может быть представлена следующим образом:

$$\vec{w}^* = \arg\min_{\vec{w}\in\Delta}\{C_{пп}(\vec{w})\}, \qquad (1)$$

где $\vec{w} = \left[\vec{w}_1, \vec{w}_2, ..., \vec{w}_j, ..., \vec{w}_J\right]^T$ – вектор параметров СОГ РКН к пуску; $\vec{w}_j = \left[\vec{d}_j, \vec{t}^{\text{ож}}_{\text{дj}}, \vec{t}^{\text{ож}}_{yj}, \vec{\tau}_j\right]^T$ – вектор параметров СОГ ТлОб, участвующего в проведении j-й ТехОп; $\vec{d}_j = \left[d_{1mij}, d_{2mij}, ..., d_{kmij}, ..., d_{K_{mij}mij}\right]^T$ – вектор, характеризующий количество ЗЧ k-го ЭЗ m-й СЧ i-го вида ТлОб, участвующего в j-й ТехОп; $\vec{t}^{\text{ож}}_{\text{дj}} = \left[t^{\text{ож}}_{\text{д}1mij}, t^{\text{ож}}_{\text{д}2mij}, ..., t^{\text{ож}}_{\text{д}kmij}, ..., t^{\text{ож}}_{\text{д}K_{mij}mij}\right]^T$ – вектор, характеризующий ожидаемое время доставки ЗЧ k-го ЭЗ m-ой СЧ i-го вида ТлОб, участвующего в j-й ТехОп; $\vec{t}^{\text{ож}}_{yj} = \left[t^{\text{ож}}_{y1j}, t^{\text{ож}}_{y2j}, ..., t^{\text{ож}}_{yij}, ..., t^{\text{ож}}_{yI_jj}\right]^T$ – вектор, характеризующий ожидаемое время устранения отказа БР i-го вида ТлОб, участвующего в j-ой ТехОп; $\vec{\tau}_j = \left[\tau_{1j}, \tau_{2j}, ..., \tau_{ij}, ..., \tau_{I_jj}\right]^T$ – вектор, характеризующий периодичность контроля ТС i-го вида ТлОб, участвующего в j-й ТехОп;

$$\Delta = \left\{ \begin{matrix} d_{kmij}, \tau_{ij} \in Z \\ t^{\text{ож}}_{\text{д}kmij}, t^{\text{ож}}_{yij} \in Q \end{matrix} \middle| P_{\text{пп}}(\vec{w}) \geq P^{\text{зад}}_{\text{пп}}, V(\vec{d}) \leq V^{TP} \right\} –$$

область допустимых значений параметров СОГ, учитывающая ограничения на $P^{\text{зад}}_{\text{пп}}$ и суммарный объем, отводимый для хранения ЗЧ (V^{TP}).

Для решения представленной оптимизационной задачи был выбран метод динамического программирования [5]. Вместе с тем стоит отметить, решение задачи (1) с требуемой точностью вычислений будет затруднено необходимостью учета ограничения на вероятность подготовки и пуска РКН за заданное время, поэтому для решения этой частной задачи целесообразно, используя метод погружения, поставить более общую задачу (2), которая позволит в процессе однократного ее решения получить множество Парето-оптимальных решений, соответствующих возможным значениям пределов в ограничениях. Формально задача (2) может быть представлена в следующем виде:

Дано:

J, I_j, M_{ij}, K_{mij} – данные о технологическом оборудовании, участвующем в процессе подготовки РКН; λ_{kmij} – интенсивность отказов ЭЗ ТлОб; $P_{\text{пп}}(\vec{w}) = \prod_{j=1}^{J} P_j(\vec{w}_j)$ – модель оценивания вероятности завершения процесса подготовки и пуска РКН за заданное время;

$P_j = 1 - \sum_{i=1}^{I_j}\sum_{m=1}^{M_{ij}}\sum_{k=1}^{K_{mij}} a_{0kmij}(1 - r_{kmij}(d_{kmij}))t^{\text{ож}}_{\text{д}kmij} - \sum_{i=1}^{I_j} a_{1ij} t^{\text{ож}}_{yij} - \sum_{i=1}^{I_j} a_{2ij}\tau_{ij}$ – модель оценивания вероятности завершения j-й технологической операции за заданное время; $C_{TP} = \sum_{j=1}^{J} C_j(\vec{w}_j) = \sum_{j=1}^{J}(C^{\text{ЗИП}}_j(\vec{d}_j) + C^{\text{ДОС}}_j(\vec{t}^{\text{ож}}_{\text{дj}}) + C^{\text{БР}}_j(\vec{t}^{\text{ож}}_{yj}) + C^{\text{КТС}}_j(\vec{\tau}_j))$ – модель ресурсоемкости процесса подготовки и пуска ракеты космического назначения [2].

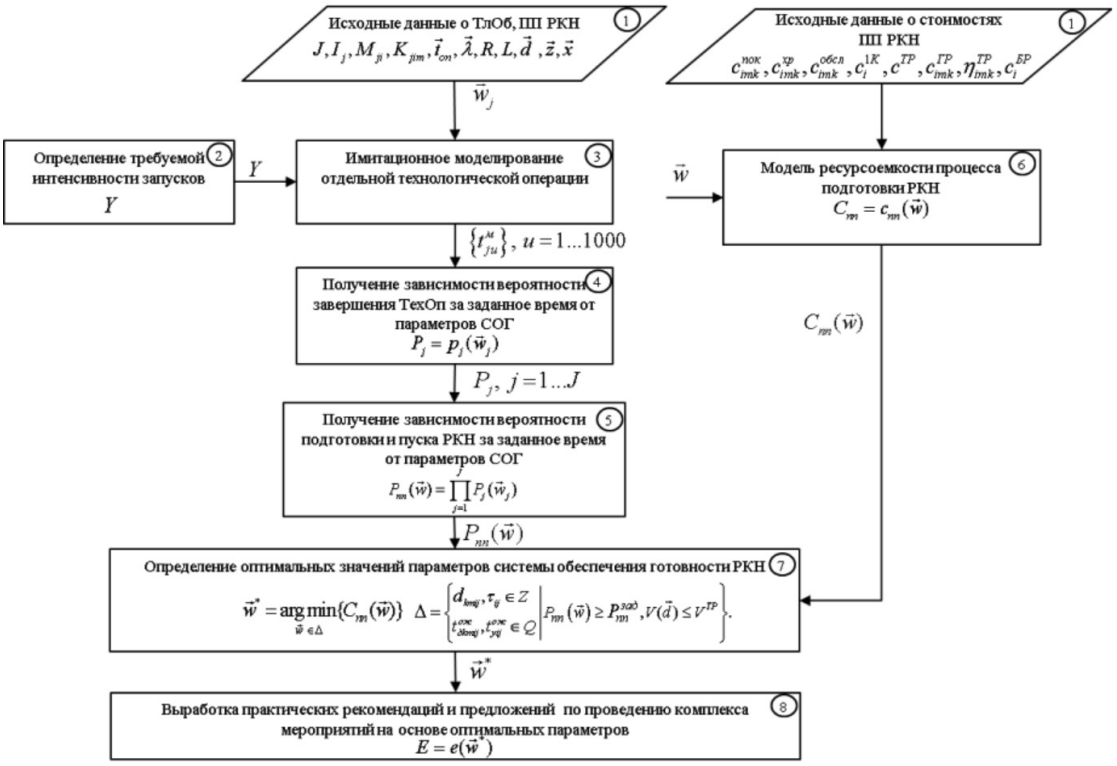


Рис. 1. Структурно-логическая схема методики выбора значений параметров системы обеспечения готовности РКН к пуску

Найти:

$$W^* = \left\{ \vec{w}_1^*, \vec{w}_2^*, ..., \vec{w}_p^*, ..., \vec{w}_P^* \right\} \text{ – множество Парето-оптимальных решений,} \qquad (2)$$

где

$$\vec{w}_p^* = \arg\max_{\vec{w}_p \ni D} \{ P_{\text{пп}}(\vec{w}_p) \}, \quad D = \left\{ \begin{array}{l} \vec{w}_p \,\middle|\, \xi(\vec{w}) \le \xi_\upsilon = C_{\min} + \upsilon \Delta C,\ \upsilon = 0, \overline{\dfrac{C_{TP} - C_{\min}}{\Delta C}} \\ \vec{w}_p \,\middle|\, \zeta(\vec{w}) \le \zeta_\upsilon = \upsilon \Delta \zeta, \upsilon = 0, \overline{\dfrac{V_{TP}}{\Delta \zeta}} \end{array} \right\},$$

$\vec{w}_p^* = \left[\vec{w}_{p1}^*, \vec{w}_{p2}^*, ..., \vec{w}_{pj}^*, ..., \vec{w}_{pJ}^* \right]^T$, $j = \overline{1, J}$ – вектор условно-оптимальных решений, соответствующий паре $(\xi_\upsilon, \zeta_\upsilon)$; v_{kmij} – объем, занимаемый ЗЧ *k*-го элемента замены *m*-й составной части *i*-го вида ТлОб, участвующего в *j*-й ТехОп.

Алгоритм решения задачи определения оптимальных значений параметров СОГ РКН к пуску

Для решения задачи (2) необходимо решить две последовательных задачи: *Задача I* – найти множество Парето-оптимальных решений для каждой операции ТГ; *Задача II* – путем «склейки» ТехОп, используя метод динамического программирования, найти множество Парето-оптимальных решений для всего процесса.

Решение *Задачи I* заключается в выполнении трех сложных в вычислительном плане шагов. Алгоритм первого шага представлен на рис. 2.

В результате выполнения описанного выше алгоритма (рис. 2) для всех значений $\xi_{kmij}^1 = \xi_{kmij}^{1\min}, \xi_{kmij}^{1\min} + \Delta\xi, ..., C_{TP}$ и $\zeta_{kmij}^1 = 0, \Delta\zeta, ..., V_{TPj}$ получаем максимальное значение $F_{kmij}^1(\xi_{kmij}^1, \zeta_{kmij}^1)$ и соответствующие ему условно-оптимальные значения количества ЗЧ – d_{kmij}^* и времени их доставки – $t_{\text{дкmij}}^{\text{ож}*}$.

Далее необходимо перейти к выполнению второго шага, блок-схема алгоритма которого приведена на рис. 3.

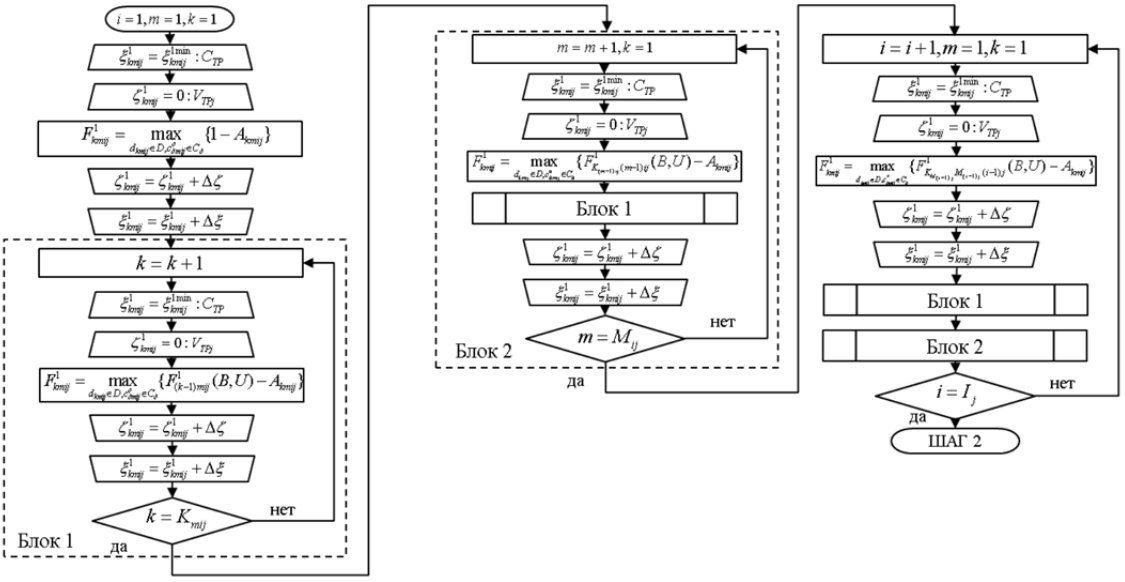


Рис. 2. Блок-схема алгоритма выполнения первого шага нахождения множества Парето-оптимальных решений для j-й ТехОп (с учетом количества ЗЧ ЭЗ и времен их доставки, где:

$$F^1_{kmij}(\xi^1_{kmij},\zeta^1_{kmij}) = F^1_{kmij}\ ;\ A_{kmij}(\xi^1_{kmij},\zeta^1_{kmij}) = A_{kmij} = a_{0111j}(1 - r_{111j}(d_{111j}))t^{\text{ож}}_{\text{д}111j}(c^o_{\text{д}111j});$$

$$\xi^{1\min}_{kmij} = c^{\text{пок}}_{kmij} + \min c^o_{\text{д}kmij}\ \Big|\ c^o_{\text{д}kmij} \in C_{\text{д}kmij} = \left\{c^1_{\text{д}kmij},...,c^o_{\text{д}kmij},...,c^{O_{kmij}}_{\text{д}kmij}\right\};\ B = \xi_{kmij} - c(d_{kmij},t^{\text{ож}}_{kmij});$$

$$U = \zeta_{kmij} - d_{kmij}v_{kmij}\ ;\ D = \left\{d_{kmij}\ \middle|\ 0 \le d_{kmij} \le \min\left\{\left|\frac{\xi^1_{kmij} - \xi^{1\min}_{kmij}}{c_{kmij}}\right|, \left|\frac{\zeta^1_{kmij}}{v_{kmij}}\right|\right\}\right\};$$

$$C_{\text{д}} = \{c^o_{\text{д}111j}\ |\ c^{\ o}_{\text{д}111j} + c^{\text{пок}}_{111j} \le \xi^1_{111j} - c_{111j}d_{111j}\}$$

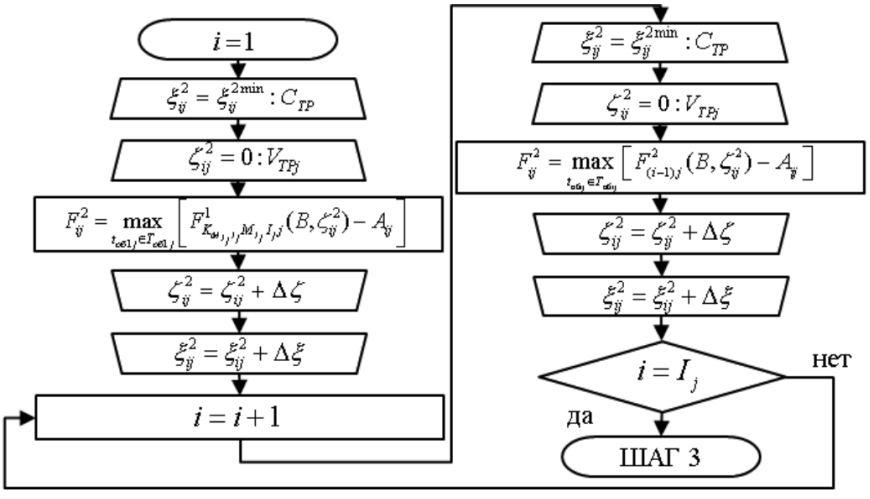


Рис. 3. Блок-схема алгоритма выполнения второго шага нахождения множества Парето-оптимальных решений для j-й ТехОп (с учетом времени устранения отказа), где:

$$F^2_{ij}(\xi^2_{ij},\zeta^2_{ij}) = F^2_{ij}\ ;\ A_{ij}(\xi^2_{ij}) = A_{ij} = a_{1ij}t^{\text{ож}}_{yij}(t_{\text{об}ij});\ B = \xi^2_{ij} - c^{\text{БР}}_{ij}t_{\text{об}ij};\ T_{\text{об}1j} = \left\{t_{\text{об}1j}\ |0 \le t_{\text{об}1j} \le \frac{\xi^2_{1j}}{c^{\text{БР}}_{1j}}\right\}$$

Результатом выполнения второго шага (рис. 3) является нахождение для всех значений $\xi_{ij}^2 = \xi_{ij}^{2\min}, \xi_{ijTP}^{2\min} + \Delta\xi, ..., C$ и $\zeta_{ij}^2 = 0, \Delta\zeta, ..., V_{TPj}$ максимального значения $F_{ij}^2(\xi_{ij}^2, \zeta_{ij}^2)$ и соответствующего ему условно-оптимального значения времени устранения отказа – $t_{yij}^{ож*}$.

Заключительным шагом нахождения множества Парето-оптимальных решений для *j*-ой ТехОп является 3 шаг. Блок-схема алгоритма его выполнения представлена на рис. 4.

В результате выполнения описанного выше алгоритма (рис. 4) для всех значений $\xi_{ij}^3 = \xi_{ij}^{3\min}, \xi_{ij}^{3\min} + \Delta\xi, ..., C_{TP}$ и $\zeta_{ij}^3 = 0, \Delta\zeta, ..., V_{TPj}$ получаем максимальное значение $F_{ij}^3(\xi_{ij}^3, \zeta_{ij}^3)$ и соответствующее ему условно-оптимальное значение периодичности контроля – τ_{ij}^*.

Решение *Задачи I* J раз позволит получить множество Парето-оптимальных решений для каждой ТехОп технологического графика подготовки РКН к пуску и тем самым перейти к решению *Задачи II* – путем «склейки» ТехОп, используя метод динамического программирования, найти множество Парето-оптимальных решений для всего процесса.

Метод динамического программирования позволяет свести решение этой задачи с $2(J-1)$ неизвестными к последовательному решению $(J-1)$ задачи с двумя неизвестными. При этом в связи с тем, что при решении каждой такой задачи неизвестно количество располагаемых денежных средств и суммарного объема, выделяемого для хранения ЗЧ, необходимо находить ее решение на первом шаге («склейка» первой и второй ТехОп) для всех возможных значений

$$\xi_1 = \xi_1^{\min}, \xi_1^{\min} + \Delta C, ..., C_{TP}, \quad (3)$$

где

$$\xi_1^{\min} = \xi_{I_1 1}^{3\min} + \xi_{I_2 2}^{3\min}$$

и для всех возможных значений

$$\zeta_1 = 0, \Delta\zeta, 2\Delta\zeta, ..., V_{TP}, \quad (4)$$

а на втором и последующих шагах для всех возможных значений

$$\xi_{j-1} = \xi_{j-1}^{\min}, \xi_{j-1}^{\min} + \Delta C, ..., C_{TP}, j = \overline{3, J}, \quad (5)$$

где

$$\xi_{j-1}^{\min} = \xi_{j-2}^{\min} + \xi_{I_j j}^{3\min}$$

и для всех возможных значений

$$\zeta_{j-1} = 0, \Delta\zeta, 2\Delta\zeta, ..., V_{TP}. \quad (6)$$

Для первого шага функциональное уравнение Беллмана имеет вид

$$F_1(\xi_1, \zeta_1) = \max_{\xi_{I_2 2}^3 \in \Xi, \zeta_{I_2 2}^3 \in Z} \left\{ F_{I_2 2}^3(\xi_{I_2 2}^3, \zeta_{I_2 2}^3) F_{I_1 1}^3((\xi_1 - \xi_{I_2 2}^3), (\zeta_1 - \zeta_{I_2 2}^3)) \right\}, \quad (7)$$

где $\Xi = \left\{ \xi_{I_2 2}^3 \middle| \xi_{I_2 2}^3 = \xi_{I_2 2}^{3\min}, \xi_{I_2 2}^{3\min} + \Delta\xi, ..., (\xi_1 - \xi_{I_1 1}^{3\min}) \right\}$, $Z = \left\{ \zeta_{I_2 2}^3 \middle| \zeta_{I_2 2}^3 = 0, \Delta\zeta, 2\Delta\zeta, ..., \zeta_1 \right\}$.

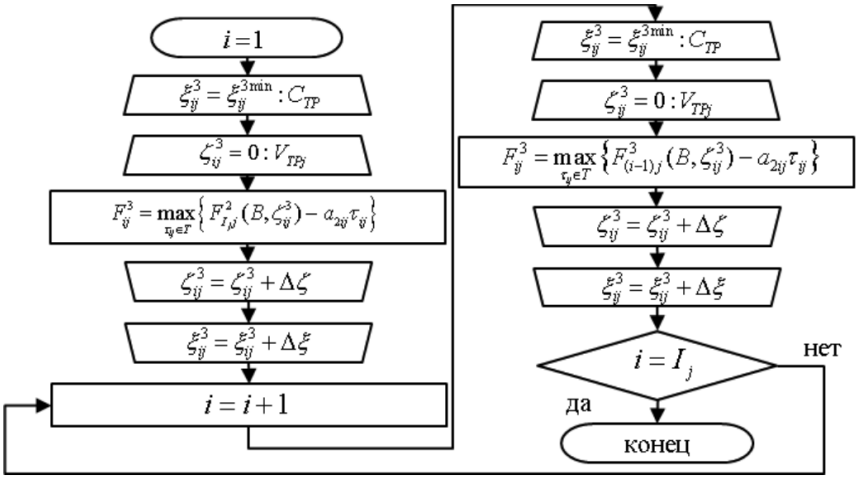


Рис. 4. Блок-схема алгоритма выполнения третьего шага нахождения множества Парето-оптимальных решений для j-ой ТехОп (с учетом периодичности контроля ТС), где:

$$F_{ij}^3(\xi_{ij}^3, \zeta_{ij}^3) = F_{ij}^3;\ B = \xi_{ij}^3 - \frac{c_{ij}^{1K} 8760}{\tau_{ij}};\ T = \left\{ \tau_{ij} \in \{8760, 4380, 2190, 730\} \middle| \tau_{ij} \le \frac{c_{ij}^{1K} 8760}{\xi_{ij}^3} \right\}$$

В результате выполнения этого шага получим для всех значений (3–4) максимальные значения $F_1(\xi_1,\zeta_1)$ и соответствующие им условно-оптимальные значения выделяемых денежных средств на проведение первой и второй ТехОп – $\xi^{3*}_{I_1 1},\xi^{3*}_{I_2 2}$ и суммарных объемов, выделяемых для хранения ЗЧ – $\zeta^{3*}_{I_1 1},\zeta^{3*}_{I_2 2}$.

Для последующих шагов ($j=\overline{3,J}$) уравнение Беллмана принимает следующий вид

$$F_{(j-1)}(\xi_{j-1},\zeta_{j-1})=\max_{\xi^3_{I_j j}\in\Xi,\zeta^3_{I_j j}\in Z}\left\{F^3_{I_j j}(\xi^3_{I_j j},\zeta^3_{I_j j})F_{j-2}((\xi_{j-1}-\xi^3_{I_j j}),(\zeta_{j-1}-\zeta^3_{I_j j}))\right\}, \quad (8)$$

где $\Xi=\left\{\xi^3_{I_j j}\middle|\xi^3_{I_j j}=\xi^{3\min}_{I_j j},\xi^{3\min}_{I_j j}+\Delta\xi,...,(\xi_{j-1}-\xi^{\min}_{j-2})\right\}$, $Z=\left\{\zeta^3_{I_j j}\middle|\zeta^3_{I_j j}=0,\Delta\zeta,2\Delta\zeta,...,\zeta_{j-1}\right\}$.

Результатом каждого шага является нахождение для всех значений (5–6) максимальных значений $F_{(j-1)}(\xi_{j-1},\zeta_{j-1})$ и соответствующих им условно-оптимальных значений выделяемых денежных средств на j-ю ТехОп – $\xi^{3*}_{I_j j}$ и суммарных объемов, выделяемых для хранения ЗЧ – $\zeta^{3*}_{I_j j}$.

Выполнив все шаги, получаем множество Парето-оптимальных решений для процесса подготовки РКН в целом.

Далее для решения обозначенной выше задачи (1) необходимо на последнем шаге выбрать условно-оптимальное значение $F_{(J-1)}(\xi_{J-1},\zeta_{J-1})\geq P^{\text{зад}}_{\text{пп}}$ при условие что соответствующее ему $\zeta_{J-1}\leq V^{TP}$, и, выполнив операции обратного хода, найти $\left\{\xi^{3*}_{I_J J},\zeta^{3*}_{I_J J}\right\},\left\{\xi^{3*}_{I_{J-1}J-1},\zeta^{3*}_{I_{J-1}J-1}\right\},...,\left\{\xi^{3*}_{I_1 1},\zeta^{3*}_{I_1 1}\right\}$. Затем для каждой пары $\left\{\xi^{3*}_{I_j j},\zeta^{3*}_{I_j j}\right\}$, используя результаты решения задачи нахождения множества Парето-оптимальных решений для j-й ТехОп, также, выполнив операции обратного хода, найдем для нее вектор оптимальных значений параметров $\vec{w}^*_j=\left[\vec{d}^*_j,\vec{t}^{\,\text{ож}*}_{\text{дj}},\vec{t}^{\,\text{ож}*}_{yj},\vec{\tau}^{\,*}_j\right]^T$ и в итоге вектор оптимальных значений параметров СОГ РКН к пуску – $\vec{w}^*$.

Далее на основе полученного $\vec{w}^*$ будет возможна выработка практических рекомендаций и предложений по проведению комплекса мероприятий, направленного на обеспечение требуемой вероятности подготовки и пуска РКН за заданное время.

Заключение

В статье была описана методика выбора значений параметров системы обеспечения готовности РКН к пуску. Приведена структурно-логическая схема методики. Представлен алгоритм решения задачи определения оптимальных значений параметров СОГ РКН к пуску, но основе последовательного применения метода динамического программирования, на первом этапе которого удается получить множество Парето-оптимальных решений для каждой ТехОп технологического графика подготовки, а на втором – используя полученные решения, найти множество Парето-оптимальных решений для всего процесса подготовки РКН в целом.

Представленная методика выбора значений параметров системы обеспечения готовности РКН к пуску отличается от известных учетом различной интенсивности запуска КА военного назначения путем получения соответствующих значений коэффициентов регрессии модели оценивания вероятности завершения ТехОп за заданное время и позволяет выработать практические рекомендации и предложения по проведению комплекса мероприятий на основе полученного вектора оптимальных значений параметров СОГ РКН к пуску.

Список литературы

1. Данелян А.П. К вопросу создания системы средств выведения для оперативного наращивания (восполнения) орбитальной группировки космических аппаратов // Оперативное искусство и тактика космических войск ВКС: сборник трудов ВКА имени А.Ф. Можайского. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016. С. 34–40.

2. Савиных В.П. Космическая сфера военных действий // Образовательные ресурсы и технологии. 2015 № 3 (11). С. 96–103.

3. Вихров Н.М. Управление и принятие решений в производственно-технологических системах. СПб.: Политехника, 2013. 481 с.

4. Вивчарь Р.М., Пачин А.В., Решетников Д.В., Поляков С.А. Модель ресурсоемкости процесса подготовки и пуска РКН // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 7. С. 15–19.

5. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. М.: Наука, 1965. 460 с.

УДК 004.9:629.734

ВЫБОР СОСТАВА ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РАННИХ СТАДИЯХ И ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Горбунов А.А., Припадчев А.Д., Кондров Я.В., Елагин В.В.
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: gorbynovaleks@mail.ru

Процесс проектирования магистрального воздушного судна (ВС), в частности на этапе предварительного проектирования, предполагает сравнение и анализ большого количества проектных альтернатив и поиск оптимального решения по выбранным критериям эффективности. В процессе проектирования на данной стадии решается задача выбора состава рациональных проектно-конструкторских параметров. В качестве глобального критерия эффективности выступает взлетная масса ВС, а частными критериями выступают аэродинамическое качество на крейсерском режиме полета и величина топливной эффективности. В такой постановке задачи проектирования приходится решать ряд взаимосвязанных задач, причем одни являются формализованными, а для других пока не существует математического аппарата, в связи с чем необходимо применять синергетические методы, позволяющие осуществлять анализ и синтез данных на некоторой модели, базирующейся на статистической информации и результатах НИРОКР, а также прикладное программное обеспечение (ПО) для автоматизации процесса. Объединяющей основой предлагаемого подхода к поиску оптимального проектного решения является корреляционный, факторный анализы с последующим построением полиномиальных моделей и прогнозированием методом Брандона программно реализованные в единой информационной среде с применением языков Фортран V и С++. Разработанный метод, реализованный в виде прикладного ПО, позволяет вести процесс многомерной упорядоченной параметризации, при котором обеспечивается достижение экстремума заданного критерия и определяется вектор параметров ВС.

Ключевые слова: воздушное судно, выбор параметров, формальная модель, параметрический синтез, вектор параметров, многопараметрический подход

CHOICE OF COMPOSITION OF DESIGN AND DESIGN PARAMETERS AT EARLY PHASE AND STAGES OF DESIGNING A MAIN AIRCRAFT

Gorbunov A.A., Pripadchev A.D., Kondrov Ya.V., Elagin V.V.
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg, e-mail: gorbynovaleks@mail.ru

The design process of the main aircraft, in particular during the preliminary design and analysis involves the comparison of a large number of design alternatives and finding optimal solutions in selected performance criteria. In the design process at this stage selection task is solved composition rational design and design parameters. As a global efficiency criterion serves take-off mass of the sun and partial criteria are the aerodynamic efficiency in cruising flight mode and the amount of fuel efficiency. In this formulation of the design problem, a number of interrelated problems have to be solved, some of them being formalized, while for others there is no mathematical apparatus yet, so it is necessary to use synergistic methods that allow analysis and data synthesis on some model based on statistical information and NIROKR results, as well as application software (software) to automate the process. The combining basis of the proposed approach to the search for the optimal design solution is the correlation, factor analysis with the subsequent construction of polynomial models and Brandon's forecasting software implemented in a single information environment using Fortran V and C++. The developed method implemented in the form of applied software allows to conduct a process of multidimensional ordered parametrization, which ensures the achievement of an extremum of a given criterion and determines the aircraft parameters vector.

Keywords: the main aircraft, parameter selection, the formal model, parametric synthesis, vector of parameter, multiparametric approach

Традиционный процесс проектирования ВС предполагает эскизную прорисовку будущего объекта – «Первый рисунок ВС» и оценку его пригодности для реализации поставленной цели. Отличительная особенность данной стадии проектирования – сравнение и анализ большого количества проектных альтернатив (плановых проекций ВС, сочетание элементов и т.д.) [1]. Сравнение проектных альтернатив и выбор рационального решения производятся на основе сопоставления характеристик, которыми обладает та или другая проектная альтернатива, в различных условиях ее функционирования (скорость ВС, высота полета, дальность полета и др.). В этой связи появляется необходимость в анализе большого числа статистических данных, при этом степень достоверности для анализируемых параметров представляется в некотором доверительном интервале [2, 3]. Оценить и выявить из многообразия параметров те, которые влияют наиболее существенно, неавтоматизированным способом практически невозможно [4, 5]. В этой связи появляется необходимость в разработке прикладного

программного обеспечения (ПО), позволяющего анализировать статистические данные в заданных ограничениях и реализовывать критериальный многопараметрический подход к анализу варианта проектной альтернативы. При формализованном рассмотрении существующих концепций проектирования магистральных ВС и их элементов, понятие термина «концепция» интерпретируется как структура объекта с показателями эффективности для различных уровней иерархии, тогда концепция может быть представлена множеством, состоящим из критериев эффективности с характерным на данном уровне коэффициентом важности (значимости, величины вклада параметра). При таком подходе к формализации процесса проектирования возникает необходимость в оценке степени важности того или иного критерия эффективности на некотором уровне иерархии. Исходя из того, что для оценки пригодности выполнения поставленной цели проектирования используется эскиз («рисунок…»), на котором изображены проекции ВС и его элементов, получение такого рисунка начинается с обработки статистических данных (аналогов проектируемого ВС). На данном этапе не представляется возможным определить преимущество от использования в эскизе частных решений, например таких, как форма зализа между крылом и фюзеляжем, тип дополнительной аэродинамической поверхности (ДАП) (winglet), вынос и форма гондолы двигателя и т.д.

Цель исследования: разработка научно-методического обеспечения, включающего методики, модели, прогнозирование, совершенствующее принципы проектирования магистрального ВС, обеспечивающие повышение точности и снижение временных затрат на ранних стадиях и этапах проектирования.

Достоверность полученных результатов исследования обеспечивается:

– путем применения разработанного прикладного ПО при расчете отдельных элементов ВС, с погрешностью расхождения от результатов физического и математического моделирования в пределах 7%; использованием в экспериментальной части исследования аттестованного и поверенного измерительного оборудования; применением сертифицированного коммерческого программного комплекса ANSYS Fluent и открытой интегральной платформы SALOME, верифицированного на задачах расчета по методу стандартных блоков.

Материалы и методы исследования

Формирование облика магистрального ВС на этапе разработки технического предложения может быть сформулировано в следующей постановки: найти такой вектор параметров, характеризующих форму, структуру и размеры ВС, который бы обеспечивал удовлетворение требований и ограничений предъявляемых к ВС и достижения минимума (максимума) целевой функции. Процесс проектирования начинается исходя из условий физической реализуемости и удовлетворения системы фундаментальных соотношений уравнений весового баланса, гравитационного баланса, энергетического баланса, устойчивости и балансировки ВС

$$\sum m_i - 1 = 0; n_y m_q - Y = 0;$$

$$P - X - m\frac{dV}{dt} = 0; \bar{\bar{x}}_T - \bar{\bar{x}}_F + m_z^c y = 0; m_z = 0. \quad (1)$$

В качестве глобального критерия эффективности выбираем взлетную массу ВС, m_0 так как значения дальности полета, крейсерской скорости, полезной нагрузки, стоимости и ресурса частей, а также заданная длина ВПП соизмеримы.

Частными критериями технической эффективности выступают аэродинамическое качество на крейсерском режиме полета $K_{\text{крейс}}$ и величина топливной эффективности $G_{\text{топл}}$.

Совокупность параметров, подлежащих вычислению и оптимизации, образуют вектор параметров, характеризующий облик ВС

$$\vec{\mathbf{X}} = (x_1, x_2, x_3, \ldots x_m). \quad (2)$$

Характеристики ВС, зависящие от параметров x_1, x_2, x_3,… x_m, образуют вектор характеристик ВС

$$\vec{\mathbf{Y}} = (y_1, y_2, y_3, \ldots y_n). \quad (3)$$

Обликовые параметры и характеристики связаны между собой некоторыми зависимостями. При математической формулировке задачи удовлетворение требованиям системы равенств 1 выполняется системой ограничений, состоящей из вектора параметров $\vec{X}$ и вектора $\vec{Y}$, записываемой в виде системы неравенств

$$\begin{cases} x_i^H \le x_i \le x_i^B, i = 1,2,3,\ldots m \\ y_j^H \le y_j(\vec{X}) \le y_i^B, j = 1,2,3,\ldots n \end{cases}, \quad (4)$$

где x_i^H – нижняя допустимая граница обликового параметра; x_i^B – верхняя допустимая граница обликового параметра; y_j^H – нижняя допустимая граница характеристики; y_i^B – верхняя допустимая граница характеристики.

Любой вектор $\vec{\mathbf{X}}$, принадлежащий области допустимых решений ($\vec{\mathbf{X}} \in \vec{\mathbf{X}}_{\text{доп}}$), определяет допустимую проектную альтернативу ВС. Тогда при выбранном критерии эффективности m_0, среди допустимых вариантов проектных альтернатив ВС, может существовать такой вектор параметров $\vec{\mathbf{X}}$, доставляющий экстремум величины критерия оптимальности, при котором $m_0 \to \min$ с сохранением вектора характеристик $\vec{\mathbf{Y}}$ удовлетворяющего требованиям в пределах выбранных ограничений, приобретает вид

$$\vec{\mathbf{X}}_{\text{доп}} = \min_{\vec{X} \in \vec{X}_{\text{доп}}} F(\vec{\mathbf{X}}, \vec{\mathbf{Y}}). \quad (5)$$

В сложившихся условиях появляется необходимость не в дальнейшем уточнении существующих коэффициентов, а в разработке нового подхода, а также

выработке методики, принципы построения которой не были бы жестко привязаны к эмпирическим зависимостям и существующим расчетным формулам, при этом необходимо обеспечить взаимосвязь с валидационным базисом с целью оценки соответствия характеристик проектной альтернативы в рамках вкладываемого физического смысла и граничных условий.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматриваемое множество альтернативных векторов схемных решений, с учетом выражения (2), параметры описывающие облик образуют матрицу векторов схемных решений

$$\vec{\mathbf{X}} = \begin{vmatrix} / \\ x_{11}, \quad x_{12}, \quad x_{13}, \ldots x_{1m} \\ x_{21}, \quad x_{22}, \quad x_{23}, \ldots x_{2m} \\ x_{31}, \quad x_{32}, \quad x_{33}, \ldots x_{3m} \\ \cdots \\ x_{i1}, \quad x_{i2}, \quad x_{i3}, \ldots \quad x_{im} \end{vmatrix}. \qquad (6)$$

Характеристики, зависящие от параметров для выражения (6), образуют матрицу характеристик, зависящих от векторов параметров $\vec{\mathbf{X}}$.

Ограничения представляют собой набор характеристик заданных техническим заданием. Для магистрального ВС выполняющего функцию «тонна-километр» к таким характеристикам относят L, $V_{крейс}$, $m_{пасс}$, H, $L_{ВПП}$ и т.д.

$$\vec{\mathbf{Y}} = \begin{vmatrix} / \\ y_{11}, \quad y_{12}, \quad y_{13}, \ldots y_{1n} \\ y_{21}, \quad y_{22}, \quad y_{23}, \ldots y_{2n} \\ y_{31}, \quad y_{32}, \quad y_{33}, \ldots y_{3n} \\ \cdots \\ y_{i1}, \quad y_{i2}, \quad y_{i3}, \ldots \quad y_{in} \end{vmatrix}. \qquad (7)$$

С учетом выражения (5), проведем преобразования выражений (6, 7) и исходя из предположения, что каждая альтернативная схема вектора проектных решений $\vec{\mathbf{X}}$, описывают отдельно взятую проектную альтернативу (8). В качестве альтернативных схем проектных решений возьмем параметры среднемагистральных ВС.

$$\vec{\mathbf{X}}_{доп} = \begin{vmatrix} . & . \\ x_{11}, \quad x_{12}, \quad x_{13}, \ldots x_{1m}, \; y_{11}, \quad y_{12}, \quad y_{13}, \ldots y_{1n} \\ x_{21}, \quad x_{22}, \quad x_{23}, \ldots x_{2m}, \; y_{21}, \quad y_{22}, \quad y_{23}, \ldots y_{2n} \\ x_{31}, \quad x_{32}, \quad x_{33}, \ldots x_{3m}, \; y_{31}, \quad y_{32}, \quad y_{33}, \ldots y_{3n} \\ \cdots \qquad\qquad \cdots \\ x_{i1}, \quad x_{i2}, \quad x_{i3}, \ldots \quad x_{im}, y_{i1}, \quad y_{i2}, \quad y_{i3}, \ldots \quad y_{in} \end{vmatrix}. \qquad (8)$$

Рассматривалась следующая группа параметров: размах крыла, площадь крыла, площадь подфюзеляжной части, площадь крыла под пилонами, корневая хорда, концевая хорда, угол стреловидности по 1/4 хорде крыла, сужение крыла, удлинение крыла, угол поперечного V; режимных характеристик: число Маха, крейсерская высота полета, дальность полета; массовых характеристик взлетная масса ВС, удельная нагрузка на крыло; аэродинамических характеристик: коэффициент отвала поляры, эффективное удлинение крыла, аэродинамическое качество. Допустимые границы обликовых параметров для выборки среднемагистральных ВС лежат в следующих пределах (9), границы характеристик (10).

$$x_i \begin{cases} . \\ 5{,}91 \le \lambda \le 11{,}37 \\ 2{,}34 \le \eta \le 5{,}34 \\ 21{,}33 \le \chi \le 36{,}55 \\ 0{,}17 \le \bar{c} \le 0{,}32 \\ 28{,}71 \le S_к \le 184{,}17 \\ 6{,}42 \le S_{к.п.ф.} \le 25{,}94 \\ 1 \le S_{к.п.д.} \le 2{,}91 \\ 13{,}96 \le l \le 41{,}81 \\ 2{,}61 \le b_0 \le 8{,}51 \\ 0{,}75 \le b_к \le 2{,}11 \\ 1{,}21 \le \varphi \le 10{,}21 \\ . \end{cases} \qquad (9)$$

$$\mathbf{y}_j \begin{cases} 9752 \le m_0 \le 108000 \\ 11200 \le H \le 15500 \\ 0{,}75 \le M \le 0{,}89 \\ 336 \le p_0 \le 638 \\ 2{,}43 \le \lambda_{эф} \le 15{,}64 \\ 0{,}021 \le A \le 0{,}113 \\ 11{,}28 \le K \le 28{,}61 \end{cases} . \qquad (10)$$

Применяя разработанное прикладное ПО, осуществляем идентификацию параметров, в наибольшей степени характеризующих облик и характеристики ВС – базовые параметры. Зная базовые параметры и построенные посредством прикладного ПО полиномиальные модели, можно провести прогнозирование для остальных параметров. При заданных ограничениях (L, $V_{крейс}$, $m_{пасс}$, H, $L_{ВПП}$), параметрах характеризующих облик ВС ($X_i^н \le X_i \le X_i^в$) и характеристик зависящих от вектора параметров ($Y_i^н \le Y_i \le Y_i^в$) осуществляем исследование параметрической модели, прогнозируя поведение целевой функции (5) в окрестностях оптимума при выбранных частных критериях технической эффективности [6, 7]. Для представленной выборки базовыми параметрами представлены в табл. 1

Задавая значения величин базовых параметров (табл. 1) в пределах накладываемых ограничений по верхним и нижним допустимым границам, выражения (9) и (10) получаем точные прогнозируемые значения для остальных параметров, заданных пользователем в ПО.

Таблица 1

Базовые параметры

Номер	Название параметра	Величина вклада
1	Удлинение крыла, λ	0,42674
2	Сужение крыла, η	0,21759
4	Относительная толщина профиля крыла, $\overline{c}$	0,03460
6	Площадь крыла, занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	0,02733
14	Скорость полета, *M*	0,26351
18	Аэродинамическое качество, *K*	0,03023

Для каждого прогнозируемого параметра в прикладном ПО показывается средняя абсолютная ошибка прогноза относительно исходной модели параметра, а также величины вклада базового параметра в регрессионную модель.

Например, регрессионная модель для определения площади крыла S_k, представляется выражением (11). Точность модели составляет 0,0000000048690833. Величины вкладов базовых параметров представлены в табл. 1.

```
y(i,j5) = +
+ (–0,24027074428336e1)*(x(i,j1))**3 +
+ (0,64993340925421e2)*(x(i,j1))**2 +
+ (–0,56252961254156e3)*(x(i,j1))**1 +
+ (0,15675099196579e2)*(x(i,j2))**3 +
+ (–0,16829976851017e3)*(x(i,j2))**2 +
+ (0,56567791075881e3)*(x(i,j2))**1 +
+ (0,22553122128366e4)*(x(i,j4))**3 +
+ (0,52855350089931e4)*(x(i,j4))**2
y(i,j5) = y(i,j5) +
+ (–0,27296074533104e4)*(x(i,j4))**1 +
+ (–0,24303434620509e-1)*(x(i,j6))**3 +
+ (0,12167554502326e1)*(x(i,j6))**2 +
+ (–0,13848148105156e2)*(x(i,j6))**1 +
+ (0,15253265223630e4)*(x(i,j14))**3 +
+ (–0,44474298172343e4)*(x(i,j14))**2 +
+ (0,41947538627132e4)*(x(i,j14))**1 +
+ (–0,17895797513960e-1)*(x(i,j18))**3
y(i,j5) = y(i,j5)+
+ (0,93225827308657e0)*(x(i,j18))**2 +
+ (–0,12696418649272e2)*(x(i,j18))**1 +
+ (0,10769019126818e3)
```

(11)

где * – умножение; ** – возведение в степень.

Совокупность регрессионных моделей для каждого параметра позволяет осуществлять решение оптимизационной задачи по выбору состава вектора рациональных параметров. На рис. 1 представлено влияние величины удлинения крыла на взлетную массу ВС и влияние величины удельной нагрузки на крыло. Представленные графические зависимости, полученные по результатам работы прикладного ПО, иллюстрируют, что с увеличением удлинения крыла повышается величина аэродинамического качества, но увеличивается взлетная масса ВС. В случае если площадь крыла остается фиксированной величиной, то получаем увеличение значения удельной нагрузки на крыло. Предлагаемый подход, основанный на принципах прогнозирования на полиномиальных моделях, позволит вести процесс многомерной упорядоченной параметризации, при котором обеспечивается достижение экстремума заданного критерия и определяется вектор параметров ВС.

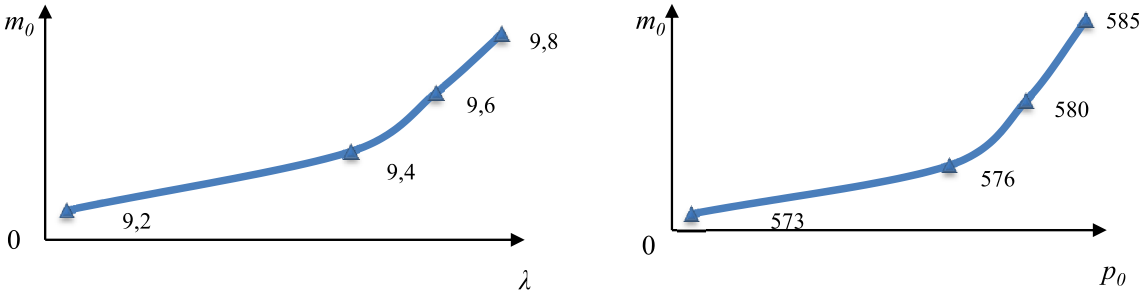


Рис. 1. Зависимость взлетной массы ВС от величин удлинения крыла и удельной нагрузки: m_0 – взлетная масса ВС; λ – удлинение крыла; p_0 – удельная нагрузка на крыло

Для определения точных значений исследуемых параметров магистрального ВС или составных элементов с учетом накладываемых ограничений необходимо провести прогноз по построенным полиномиальным моделям на базовых параметрах. В качестве примера представлено решение оптимизационной задачи по определению рационального состава параметров кыла среднемагистрального ВС и компоновки элементов среднемагистрального ВС «Крыло + Пилон + Гондола», исследуемые величины по выборке магистральных ВС определены по чертежам общих видов (рис. 2).

Сформулированная методика на примере элементов магистрального ВС и прикладное ПО, реализующие выбор параметров и поиск рационального состава параметров на ранних стадиях и этапах проектирования магистрального ВС, позволяют обеспечить заданные характеристики для проектируемого ВС и его составных элементов.

Таблица 2

Значения величин варьируемых параметров

Параметр	Значение				
(25.*h*)	4,8	5,03	5,2	5,4	5,8
(28. *k*)	1,4	1,643	1,8	2	2,2
(16. Эффективное удлинение крыла, $\lambda_{эф}$)	11,5	11,7	11,93	12,2	12,4
(26.*i*)	0,3	0,4	0,568	0,6	0,7
(28. *k*)	1,2	1,4	1,643	1,8	2

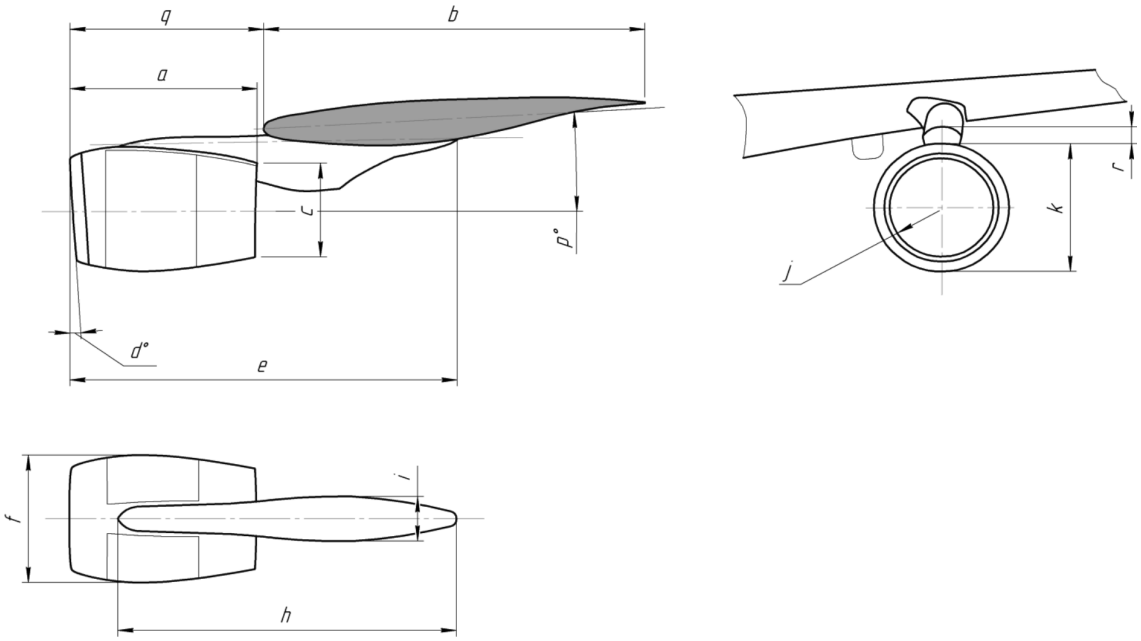


Рис. 2. Плановая проекция «Крыло + Пилон + Гондола»

Заключение

Предлагаемый метод выбора состава рациональных проектно-конструкторских параметров позволяет на ранних стадиях и этапах проектирования магистрального ВС обеспечить заданные характеристики для его составных элементов. Результаты приняты в проектную и конструкторскую деятельность АО ПО «Стрела», филиал АО ВПК «НПО машиностроение» – КБ «Орион», а также в АО Государственная корпорация «Ростех», «РТ-Техприемка».

Работа выполнена в рамках стипендии Президента РФ № СП-3606.2018.1 от 29.12.2017 г., для молодых ученых и аспирантов на выполнение научного исследования по теме «Методология автоматизированного синтеза проектных и конструкторских параметров транспортной техники нового поколения».

Список литературы

1. Арепьев А.Н. Определение параметров самолета и его частей: учебное пособие. М.: Издательство МАИ, 2012. 476 с.

2. Горбунов А.А., Припадчев А.Д., Чепасов В.И. Идентификация базовых параметров крыла воздушного судна // СТИН. 2017. № 18. С. 36–40.

3. Комаров В.А., Боргест Н.М., Вислов И.П., Власов Н.В., Козлов Д.М., Корольков О.Н., Майнсков В.Н. Концептуальное проектирование самолёта: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. 120 с.

4. Azlin M.A., Mat Taib C.F., Kasolang S., Muhammad F.H. CFD analysis of winglets at low subsonic flow. Proceedings of the world congress on engineering. London, U.K. 2011. Vol. 1. WCE 06. 07. 2011. ISBN: 978-988-18210-6-5.

5. Международная энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение / гл. ред. А.Г. Братухин. М.: ОАО «НИЦ АСК», 2015. 608 с.

6. Бурнаев Е.В., Зайцев А.А. Суррогатное моделирование разноточных данных в случае выборок большого размера // Информационные процессы. 2015. Т. 15. № 1. С. 97–109.

7. Барковский А.Ф., Савельевских Е.П., Стрелец Д.Ю., Корнев А.В. и др. Реализация концепции «Виртуальный самолет-двигатель» при решении связанных и мультидисциплинарных задач. Научно-технический отчет № НТО-СКТ-01SU-12A. М.: ОАК «ОКБ Сухого», 2012. 827 с.

УДК 621.396

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОПИИ СИГНАЛА

Гурский С.М., Коликов И.В., Уткин В.В.

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург,
e-mail: sergeygurskiy2018@yandex.ru

В статье предложены: способ определения местоположения источников радиоизлучения разностно-дальномерным методом одиночной подвижной радиотехнической системой на основе формирования копии сигналов на базе беспилотных летательных или малогабаритных космических аппаратов; вариант структурно-функциональной схемы радиотехнической системы, в которой может быть реализован предложенный способ; требования к построению модулей радиотехнической системы. Предложенный в статье способ определения местоположения источников радиоизлучения может позволить: сократить количество приемных пунктов, размещаемых на базе беспилотных летательных или малогабаритных космических аппаратов; уменьшить массогабаритные параметры радиотехнических систем; в статье предложен вариант структурно-функциональной схемы радиотехнической системы, в котором может быть реализован предложенный способ; обозначены в общем виде требования к построению модулей радиотехнической системы, реализующей предложенный способ. Предложено для наглядного отображения оценки местоположения источников радиоизлучений, на основе географической информационной системы, текущую радиоэлектронную обстановку наносить на электронную географическую карту. Параметры излучения и сведения о местоположении источников радиоизлучений сохранять в базе данных, входящей в состав электронной вычислительной машины управления и расчета, с целью накопления и обобщения информации, а также эталонного описания выявленных источников радиоизлучений.

Ключевые слова: источник радиоизлучения, разностно-дальномерный метод определения местоположения

THE LOCATION OF THE RADIO SOURCE FROM THE RANGE-DIFFERENCE METHOD FOR A SINGLE MOVING VEHICLE ELECTRONIC CONTROL ON THE BASIS OF FORMING COPIES OF THE SIGNAL

Gurskiy S.M., Kolikov I.V., Utkin V.V.

Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg,
e-mail: sergeygurskiy2018@yandex.ru

The article proposes: a method for determining the location of radio emission sources using the differential-ranging method using a single mobile radio engineering system based on the generation of a copy of signals based on unmanned aerial or small-sized spacecraft; a variant of the structural and functional diagram of a radio engineering system in which the proposed method can be implemented; requirements for the construction of modules of a radio system. The method proposed in the article for determining the location of radio emission sources can allow: to reduce the number of receiving points deployed on the basis of unmanned aerial or small-sized spacecraft; reduce the overall dimensions of radio systems; the article proposes a variant of the structural-functional diagram of a radio system in which the proposed method can be implemented; requirements for the construction of modules of a radio engineering system that implements the proposed method are outlined in general terms. It is proposed to visually display estimates of the location of sources of radio emissions, based on a geographic information system, to apply the current electronic environment to an electronic geographic map. The radiation parameters and information about the location of the sources of radio emissions should be stored in a database, which is part of the electronic control and calculation computer, in order to accumulate and summarize information and also a reference description of the identified sources of radio emissions.

Keywords: sources of radio emission, difference-range method of determining the location of sources of radio emission

Анализ применения радиотехнических систем (РТС), размещаемых на беспилотных летательных или малогабаритных космических аппаратах (БПЛА), показал преимущества использования малогабаритных радиолокационных станций с синтезированной апертурой антенны (РСА) по причине возможности всепогодного и круглосуточного мониторинга заданных районов земной и водной поверхности.

В то же время РСА обладает ограниченными возможностями по идентификации объектов и малой дальностью действия.

Применение РТС, в том числе совместно с РСА, сможет позволить: устранить ограниченные возможности по идентификации объектов и малую дальность действия; повысить достоверность и полноту добываемых сведений; определять координаты и идентифицировать источники радиоизлучения (ИРИ) на значительном удалении от трассы полета [1].

Известны многопозиционные методы определения местоположения источников радиоизлучения (ИРИ), в том числе разностно-дальномерные методы (РДМ) [2–4],

которые предполагают наличие множества приемных пунктов на базе БПЛА с обеспечением их взаимодействия над контролируемой территорией, что не всегда может быть обеспечено.

Кроме того, увеличение количества задач, возлагаемых на РТС, входящих в состав БПЛА, влечет за собой: увеличение взлётной массы; ужесточение требований к компонентам питания; сокращение максимально достижимого времени нахождения БПЛА в воздухе.

Следовательно, разработка способов определения местоположения ИРИ, позволяющих сократить количество приемных пунктов, размещаемых на БПЛА, и уменьшить массогабаритные параметры РТС, является актуальной задачей.

Цель исследования: разработка способа определения местоположения ИРИ разностно-дальномерным методом одиночной подвижной РТС на основе формирования копии сигнала.

В рамках данной работы вопрос точности определения местоположения ИРИ не рассматривается.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим возможность определения местоположения ИРИ разностно-дальномерным методом одиночной подвижной малогабаритной РТС.

Известен и всесторонне изучен разностно-дальномерный метод, где линия (или поверхность) положения формируется на основе разности расстояний от ИРИ до позиций приема разнесенной в пространстве многопозиционной РТС. При решении задачи на плоскости минимально должно быть три позиции, в пространстве – минимально четыре позиции [2–4].

Ограничимся рассмотрением задачи определения местоположения ИРИ на плоскости с подвижной РТС воздушного и/или космического базирования, при этом расстояние до ИРИ много больше высоты полета.

Рассмотрим сущность предлагаемого способа, схема которого представлена на рис. 1.

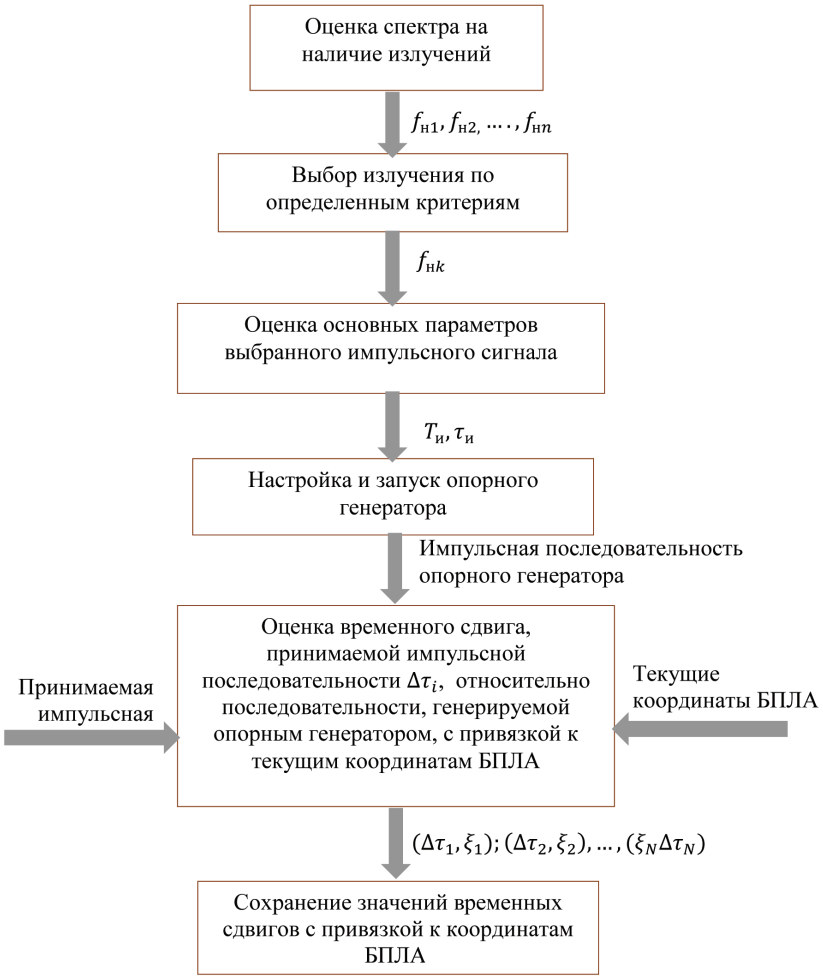


Рис. 1. Схема работы предлагаемого способа

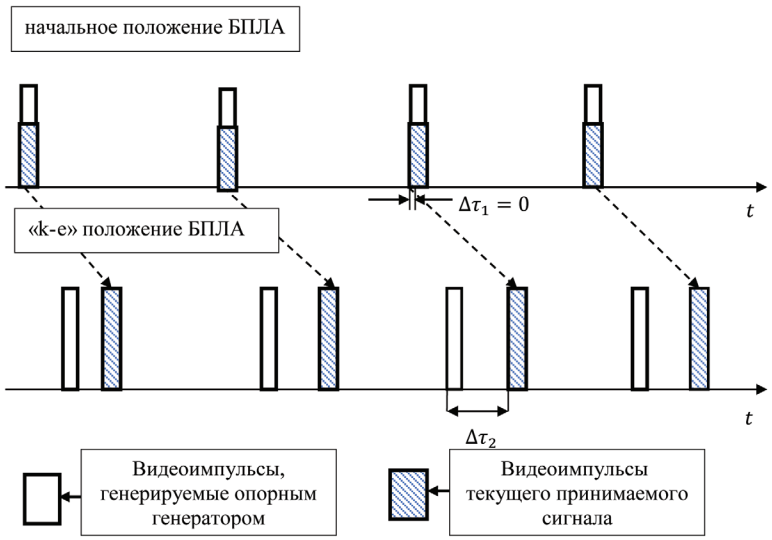


Рис. 2. Вариант расположений импульсных последовательностей в начальном положении и очередном «k-м» положении БПЛА

В начале рабочего участка траектории БПЛА осуществляется оценка спектра на наличие излучений, результатом которой становится набор грубых оценок несущих частот ($f_{н1}$, $f_{н2}$, …., $f_{нл}$) ИРИ. Далее по определенным критериям выбирается сигнал ИРИ с частотой ($f_{нk}$).

РТС, перемещаясь по траектории полёта БПЛА, осуществляет оценку основных параметров ($T_и$, $\tau_и$) выбранного импульсного сигнала ИРИ.

На основе измеренных параметров ИРИ настраивается и запускается опорный генератор РТС, формирующий в момент запуска импульсную последовательность опорного генератора – точную копию принимаемого сигнала ИРИ с нулевой временной задержкой ($\Delta\tau_1$) относительно выбранного сигнала ИРИ (рис. 2).

При перемещении РТС на базе БПЛА по заданной траектории, временная задержка между сигналом опорного генератора и текущим принимаемым сигналом будет изменяться, и при изменении местоположения РТС на базе БПЛА на определенное значение («k-ое» положение БПЛА) текущая временная задержка между импульсными последовательностями ($\Delta\tau_2$) измеряется с определенной точностью с привязкой к координатам БПЛА.

При дальнейшем увеличении временного сдвига, когда он превосходит период повторения импульсной последовательности, возникает неоднозначность в оценке. На рис. 3 наглядно показана ситуация, что вычисление временного сдвига без подсчета количества целых значений периода ($\Delta\tau'_2$) будет некорректным таким образом, $\Delta\tau_2$ – истинное значение временного сдвига между последовательностью, генерируемой опорным генератором, и принимаемой последовательностью.

Аналогично классической схеме РДМ, «k-е» или «i-е» положение БПЛА соответствует положению очередного приемного поста в многопозиционной РТС с известными координатами, следовательно, также необходимо в момент вычисления временного сдвига фиксировать собственные координаты БПЛА для возможности дальнейшего расчета местоположения ИРИ.

Таким образом, множество измеренных значений временных задержек с соответствующими координатами БПЛА, является аналогичным массиву исходных данных в классическом разностно-дальномерном методе [3–5].

Рассмотрим вариант структурно-функциональной схемы РТС, в которой может быть реализован предлагаемый способ.

Исходя из требования малогабаритности РТС, целесообразно минимизировать вычислительные возможности аппаратуры, размещенной в РТС на базе БПЛА, следовательно, необходимо разделение РТС на воздушную и наземную компоненты. Основные расчетные процедуры осуществляются на вычислительных возможностях наземного компонента РТС.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим подробно вариант структурно-функциональной схемы воздушного компонента РТС (рис. 4).

Начнем рассмотрение с антенной системы, которая по причине отсутствия необходимости узкой диаграммы направленности может иметь небольшие массогабаритные параметры с рабочим диапазоном частот от 1 до 18 ГГц. Для уменьшения влияния других излучающих радиоэлектронных средств БПЛА, работающих совместно с воздушным компонентом РТС, необходимо минимизировать уровни боковых лепестков диаграммы направленности антенной системы.

Широкополосный приемник с малошумящим усилителем (МШУ) обеспечивает: усиление и прием сигналов ИРИ с полосой пропускания до 500 МГц; грубую оценку несущих частот сигналов ИРИ и подачу их на вход модуля принятия решения для выбора интересующей несущей частоты ИРИ.

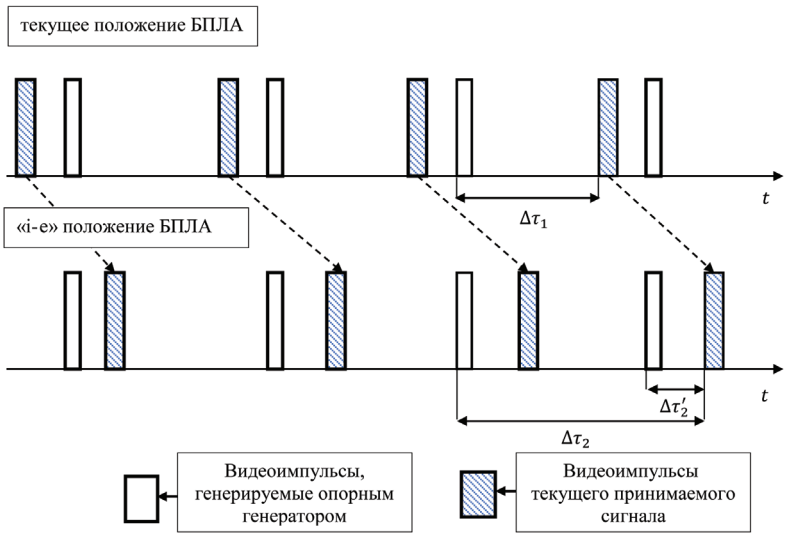


Рис. 3. Вариант расположений импульсных последовательностей в текущем положении и очередном «i-м» положении БПЛА, при котором возникает неоднозначность в оценке временного сдвига

На основе команды от модуля принятия решения широкополосный приемник и МШУ настраивается согласно выбранным параметрам. Далее после приемника сигнал на выбранной частоте поступает на модуль преобразования, селекции и детектирования, где осуществляются следующие процедуры:

– преобразование сигнала на промежуточную частоту для возможности использования малогабаритной и более простой аппаратуры в процессе дальнейшей обработки сигнала;

– дополнительная фильтрация и селекция сигнала на промежуточной частоте;

– выделение огибающей импульсов (амплитудное детектирование) для дальнейшего измерения амплитудных и временных параметров сигнала.

Из модуля преобразования, селекции и детектирования поступают следующие сигналы:

– продетектированный сигнал $\tau_{вид}$ на вход модуля оценки параметров для измерения амплитудных и временных параметров сигналов;

– $\tau_{вид}$ на вход модуля измерения временного сдвига.

В модуле оценки параметров осуществляется дискретное цифровое измерение амплитудно-цифровых параметров видеосигналов.

На основе измеренных амплитудно-цифровых параметров сигнала осуществляется настройка и запуск опорного генератора, который генерирует импульсную последовательность с идентичными параметрами.

Генерируемая последовательность, как и текущая принимаемая последовательность, поступает на вход модуля измерения временного сдвига.

Через определенное время, которое определяется, исходя из условий определения местоположения ИРИ в конкретном случае, на модуле измерения временного сдвига на основе поступающих продетектированных сигналов от опорного генератора и текущего принимаемого сигнала, поступающего от модуля преобразования, селекции и детектирования, вычисляется временная разница между импульсными последовательностями, которая отправляется на модуль формирования координатной информации.

Кроме того, в момент поступления очередного значения временных сдвигов с модуля навигации считываются текущие координаты БПЛА, и эти соответствующие пары значений записываются в устройство хранения информации.

Дальнейшая обработка осуществляется на наземном компоненте РТС (рис. 5). Для управления полетом БПЛА в наземном компоненте РТС предусмотрено наличие антенной системы и специального программного обеспечения (СПО) управления полётом БПЛА, которое позволяет осуществлять подготовку к полёту, проверку систем БПЛА, планирование маршрута полета, непосредственное управление БПЛА во время полета и получение телеметрической информации о местонахождении БПЛА и состоянии его систем.

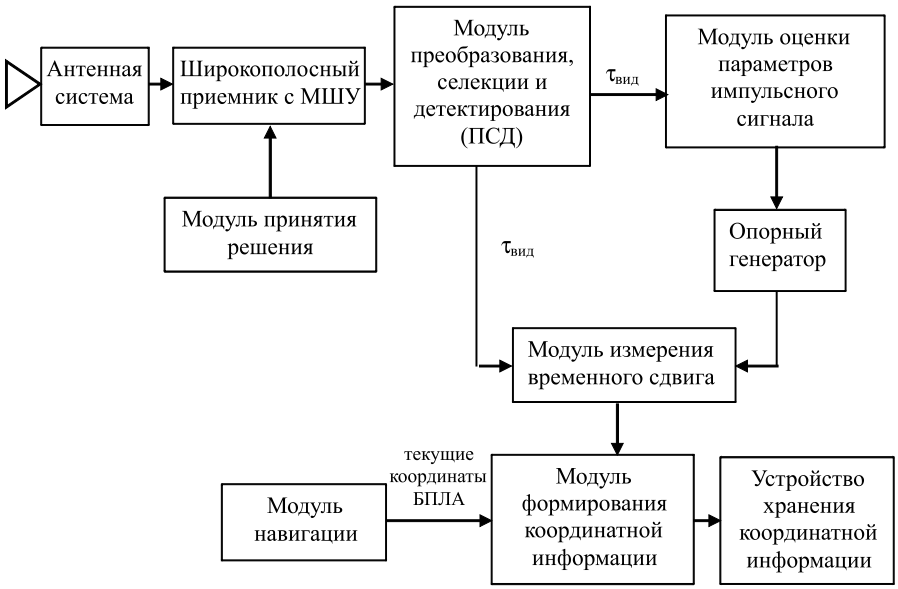


Рис. 4. Структурно-функциональная схема воздушного компонента РТС

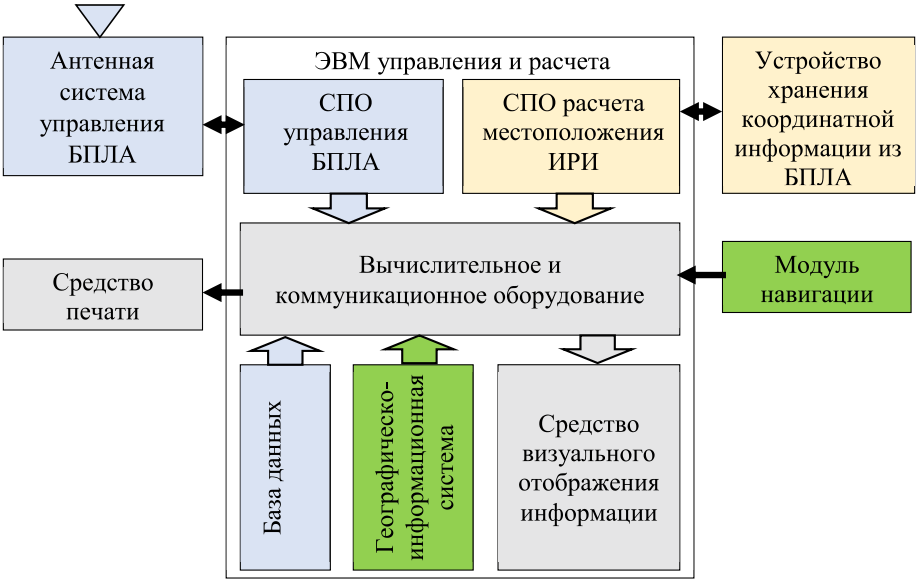


Рис. 5. Структурно-функциональная схема наземного компонента РТС

Для исключения нарушения конфиденциальности телеметрической информации и канала управления необходимо наличие СПО или аппаратных средств защиты передаваемой информации.

По окончанию полета БПЛА координатная информация, полученная во время выполнения задачи, считывается из устройства хранения БПЛА через соответствующий интерфейс ЭВМ управления и расчета.

СПО расчета местоположения ИРИ, входящее в состав ЭВМ управления и расчета, на основе координатной информации, включающей в себя временные задержки и координаты БПЛА, производит расчеты по определению местоположения ИРИ.

Для наглядного отображения оценки местоположения ИРИ, на основе географическо-информационной системы, текущая радиоэлектронная обстановка наносится на электронную географическую карту.

Параметры излучения и сведения о местоположении ИРИ сохраняются в базе данных, входящей в состав ЭВМ управления и расчета, с целью накопления и обобщения информации а также эталонного описания выявленных ИРИ.

Заключение

В результате проведенного исследования получены следующие результаты:

– предложен способ определения местоположения источника радиоизлучения разностно-дальномерным методом одиночной подвижной РТС на базе БПЛА, который может позволить сократить количество приемных пунктов, размещаемых на БПЛА, а также уменьшить массогабаритные параметры РТС;

– рассмотрен вариант структурно-функциональной схемы РТС, в котором может быть реализован предложенный способ;

– обозначены в общем виде требования к построению модулей РТС.

Список литературы

1. Бердинских Л.Н., Уткин В.В., Царик Д.В., Войнов Д.С., Косматых Р.А., Прокофьев И.С. Учет влияния конструкции БПЛА на точность пеленгования наземных радиоэлектронных средств // Труды XX научной конференции по радиофизике, посвященной 110-летию со дня рождения Г.С. Горелика. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2016. С. 122–124.

2. Ахияров В.В., Нефедов С.И., Николаев А.И., Слукин Г.П., Федоров И.Б., Шустиков В.Ю. Радиолокационные системы: учеб. пособие / Под ред. А.И. Николаева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 349 с.

3. Справочник по радиолокации / Под ред. М.И. Сколника. Пер. с англ. под общ. ред. В.С. Вербы: в 2 кн. М.: Техносфера, 2014. Кн. 1. 672 с.; кн. 2. 680 с.

4. Сайбель А.Г. История разностно-дальномерного метода радиокоординатометрии // Сб. докладов 74-й НТК Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио. СПб.: АНО ДПО «Аничков мост»; ООО «Триста точек», 2019. С. 385–387.

5. Гурский С.М. Метод пространственно-временной обработки полезных сигналов на фоне нефакторизуемой помехи // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании II Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. СПб.: СПбГУТ, 2013. С. 720–726.

УДК 62-772

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ МОБИЛЬНЫХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Дьяков А.Н., Кокарев А.С., Пачин А.В., Поляков С.А.

ФГБВОУ ВО «ВКА имени А.Ф. Можайского» МО РФ, Санкт-Петербург, e-mail:pachin.andrej@bk.ru

Наличие достаточных комплектов запасных частей (ЗЧ) является необходимым условием для обеспечения надежности современной сложной техники. Однако при создании и эксплуатации мобильных технических средств существенным является ограничение на объемы возимых комплектов ЗИП. При этом не снимаются и ограничения по объемам ресурсов, выделяемых на приобретение ЗЧ. Одним из направлений создания систем обеспечения запасными частями (СОЗЧ), удовлетворяющих данным требованиям, является включение в их состав подвижных компонентов. В работе представлен подход к определению рациональных параметров подвижных СОЗЧ, входящих в состав мобильных сложных технических комплексов (МСТК). Методика позволяет с применением разновидности генетических алгоритмов – метода дифференциальной эволюции обосновывать решения, достаточные для практического применения при выполнении ограничений на габариты возимых запасов типовых элементов замены (ТЭЗ) и на стоимость комплектов запасных частей в системе в целом. При этом дополнительным ограничением, определяемым значительной размерностью задачи, является ограничение на объем вычислений, от которого зависит затрачиваемое машинное время. Методика может применяться как при разработке новых образцов МСТК, так и при управлении эксплуатацией существующих.

Ключевые слова: мобильные сложные технические комплексы, подвижные системы обеспечения запасами, ЗИП, обеспечение надежности, метод дифференциальной эволюции

METHOD OF SUBSTUNTINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF MOBILE SPARE PARTS SUPPLY SYSTEMS FOR MOBILE COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Dyakov A.N., Kokarev A.S., Pachin A.V., Polyakov S.A.

Mozhaisky Military Space Academy, St. Petersburg, e-mail: pachin.andrej@bk.ru

Availability of sufficient sets of spare parts (SP) is a prerequisite for ensuring the reliability of modern complex equipment. However, when creating and operating mobile technical systems is essential restriction to volume of transportable spare parts sets (SPS). There are also restrictions on the amount of resources allocated for the purchase of SP. One of the directions of creation of system of spare parts supply systems (SPSS), satisfies all restrictions, is the inclusion of mobile components in their composition. The paper presents the approach of determination of rational parameters of mobile SPSS, included in the mobile complex technical systems (MCTS). The technique allows using a variety of genetic algorithms-a method of differential evolution to justify solutions sufficient for practical usage with performing restriction on dimensions of standard replacement elements (SRE) sets and the cost of sets of spare parts in the system as a whole. Herewith an additional constraint defined by the significant dimension of the problem is the limit on the amount of calculations on which the machine time spent depends. The method can be used both in the development of new models of MCTS and in the management of operation of existing ones.

Keywords: mobile complex technical systems, mobile spare parts supply systems, SPS, reliability ensuring, differential evolution

Одним из основных подходов к обеспечению надежности сложных технических систем является создание достаточных запасов ТЭЗ, предназначенных для оперативного устранения возникающих отказов. В значительной степени актуальна данная задача при обеспечении запасами ЗЧ современных МСТК а также различных удаленных подразделений [1], включающих значительное количество техники. Однако определяемые мобильностью дополнительные ограничения ведут к невозможности использования существующих моделей и методов [2] для обоснования параметров подвижных СОЗЧ.

Приведенные выше обстоятельства определяют актуальность исследования и позволяют сформулировать его цель – обеспечение требуемой надежности оборудования МСТК путем обоснования рациональных параметров СОЗЧ при комплексном учете габаритных и стоимостных ограничений.

Комплекс может быть представлен в виде моделей элементов, агрегатов и ЗИП. Использование полимодельных аналитико-имитационных комплексов позволяет получить зависимости показателей надежности каждого из агрегатов, входящих в состав МСТК, от показателей СОЗЧ – начальных уровней ТЭЗ в каждом ЗИП и периодичности пополнения, что позволяет перейти к решению следующей задачи.

Вербально задача сформулирована следующим образом: при известных структуре МСТК, номенклатуре, габаритных и стоимостных показателях ТЭЗ оборудования определить показатели СОЗЧ, обеспечивающей максимальные значения вероятности восстановления агрегатов комплекса и удовлетворяющей ограничениям по готовности каждого агрегата, объему возимых комплектов ЗИП и стоимость ТЭЗ.

Формальный вид задачи представлен ниже.

Дано:

I – количество агрегатов в МСТК;

J – количество типов ТЭЗ в оборудовании;

v_j – объем ТЭЗ j-го типа;

v_i^O – максимальный допустимый объем ЗИП-О i-го агрегата;

v^A – максимальный допустимый объем ЗИП-А;

c_j – стоимость ТЭЗ j-го типа;

C_Σ – максимальная допустимая стоимость всех ТЭЗ в СОЗЧ;

$t_{вi}$ – требуемое время восстановления работоспособности i-го агрегата;

$t^Э$ – период эксплуатации;

Ω – величина популяции;

T – число итераций алгоритма (поколений);

$K_{гi}^{тр}$ – требуемые значения коэффициента готовности для каждого агрегата;

K – состав оборудования агрегатов;

Δ – показатели наработки на отказ каждого типа ТЭЗ;

T – длительности перемещения ЗИП-А между эшелонами.

Найти:

$$\vec{x}_{opt} = \underset{\vec{x}_\omega \in D}{\operatorname{argmax}} \left(p_{t^в_i}(x_\omega) \right).$$

Ограничения:

$$D = \begin{cases} K_{гi} \geq K_{гi}^{тр} \\ \sum\limits_{j=1}^{J} (z_{ij}^O \cdot v_j) \leq v_i^O \ , \forall i \in \overline{1, I} \\ \sum\limits_{j=1}^{J} (z_j^A \cdot v_j) \leq v^A \\ \sum\limits_{i=1}^{I} \sum\limits_{j=1}^{J} (z_{ij}^O \cdot c_j) + \sum\limits_{j=1}^{J} (z_j^A \cdot c_j) + \sum\limits_{j=1}^{J} (z_j^Б \cdot c_j) \leq C_\Sigma \end{cases},$$

$$\omega \in [1, \Omega],$$

$$n \in [1, N].$$

Обоснование метода выбора задачи

Приведенные выражения позволяют оценить размерность поставленной задачи. Алгоритмическая зависимость показателей готовности и ремонтопригодности МСТК от показателей СОЗЧ учитывает влияние не целевые показатели множества различных параметров и является функцией, в которой количество переменных может достигать нескольких десятков. При этом переменные являются дискретными.

Применение классических методов математического программирования для решения подобных задач невозможно.

Наиболее перспективным подходом, позволяющим получить не абсолютно оптимальные, но обоснованные рациональные решения в заданных ограничениях, является применение генетических алгоритмов. Основанные на использовании эвристических подходов, данные методы не позволяют находить абсолютные экстремумы функции, однако, при сопоставимых объемах вычислений, позволяют получать более эффективные решения, чем иные методы стохастической оптимизации.

Одним из алгоритмов, реализующих концепцию генетических вычислений, является метод дифференциальной эволюции [3, 4]. Метод позволяет обрабатывать недифференцируемые, нелинейные, мультимодальные функции многих переменных. Он достаточно прост в реализации, содержит мало управляющих параметров, требующих подбора экспертами, и может быть реализован в алгоритмах, использующих параллельные вычисления. Основным преимуществом является отсутствие необходимости преобразования данных в двоичный вид, что при работе с целочисленными переменными позволяет существенно сократить объем вычислений [5, 6]. Приведенные преимущества определили выбор описанного метода в качестве основания для разработанной методики.

Общая схема вычислений

Алгоритмы, реализующие метод дифференциальной эволюции для поиска экстремумов функции множества переменных, включают общие для всего семейства генетических алгоритмов этапы:

а) создание начальной популяции векторов переменных путем генерации случайных значений. При этом размер популяции Ω является постоянной величиной, определяемой эвристически, а все созданные переменные должны принадлежать области допустимых значений;

б) итерационно над каждым вектором популяции выполняются операция мутации;

в) при выполнении операции скрещивания из каждого мутировавшего вектора получается вектор-потомок путем замещения некоторых компонентов вектора случайно сгенерированными. Замена компонента новым происходит с вероятностью ρ, являющейся одним из параметров алгоритма;

г) по значению целевой функции, получаемому от начального вектора и вектора-потомка, принимается решение о том, какой из них переносится в следующую популяцию.

Вычисления продолжаются итерационно до достижения критерия останова. Применительно к методу дифференциальной эволюции такими критериями могут быть:

а) достигнуто установленное число итераций алгоритма («поколений»);

б) полученное значение целевой функции, удовлетворяющее требованиям;

в) исчерпана установленная продолжительность выполнения вычислений;

г) значение целевой функции не улучшается в течение заданного числа повторений.

Полученные по окончании вычислений при приемлемых затратах машинного времени результаты являются квазиоптимальными и могут быть использованы в практических решениях.

Методика определения рациональных параметров подвижной СОЗЧ МСТК

Целью применения методики является получение обоснованных значений параметров СОЗЧ МСТК, обеспечивающей наилучшие готовность и ремонтопригодность оборудования при удовлетворении всех ограничений.

а) исходные данные

Исходными данными для выполнения расчетов являются количество агрегатов комплекса, период эксплуатации, требуемый коэффициент готовности, объем и стоимость ТЭЗ каждого типа, допустимые для каждого эшелона СОЗЧ объемы возимых ЗИП и максимально возможная стоимость всех запасов в системе в целом, размер популяции алгоритма дифференциальной эволюции и количество итераций (поколений), определяемое доступным машинным временем.

б) порядок использования методики

Схема выполнения вычислений представлена на рис. 1.

На первом этапе выполняется формирование начальной популяции векторов параметров СОЗЧ $\vec{x}_\omega$, являющихся аргументами функции, определяющей коэффициент готовности и вероятность восстановления за заданное время каждого агрегата. Элементы вектора – начальные уровни запасов каждого типа ТЭЗ в каждом эшелоне СОЗЧ $z_{ij}, z_j^A, z_j^Б$ и период пополнения ЗИП-А $t^{ПА}$. Элементы выбираются на основании равномерно распределенных в области допустимых значений случайных чисел. Область допустимых значений определяется:

а) для z_{ij}, z_j^A – ограничениями на объем соответствующих возимых ЗИП и суммарной стоимостью ТЭЗ в СОЗЧ;

б) для $t^{ПА}$ – заданным периодом эксплуатации.

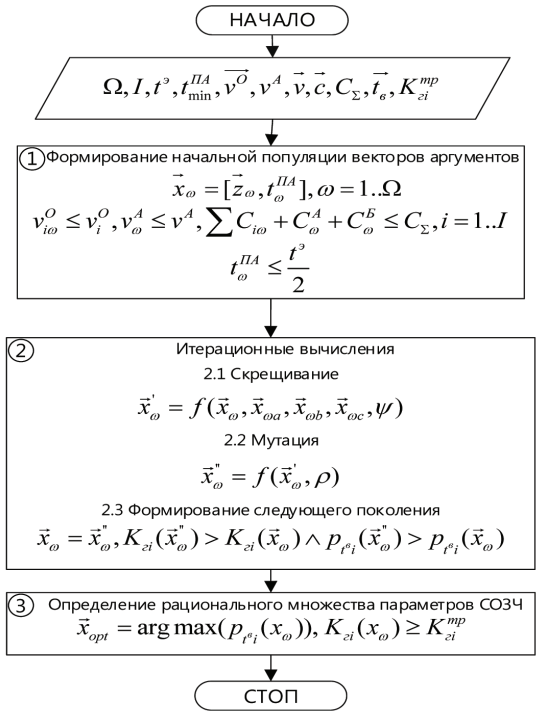


Рис. 1. Схема методики обоснования рациональных параметров подвижных СОЗЧ МСТК

Размер популяции Ω является одним из параметров алгоритма дифференциальной эволюции и определяется эвристически. Большие значения повышают вероятность нахождения более качественных решений, но увеличивают объем вычислений. В представленной методике $\Omega = J \cdot (I + 2) + 1$.

Второй этап вычислений по представленной методике включает следующие операции, выполняемые итерационно до достижения заданного числа поколений *N*:

а) получение вектора-мутанта. Для этого для каждого вектора $\vec{x}_\omega$ из популяции случайным образом равномерно выбираются еще два отличающихся вектора $\vec{x}_{\omega a}$ и $\vec{x}_{\omega b}$.

Затем рассчитываются значения компонент вектора-мутанта в соответствии с выражением $z_{\omega ij} = z_{\omega ij} + \chi(z_{aij} + z_{bij})$.

Если полученный элемент $z_{\omega ij}$ не принадлежит области допустимых значений, то он заменяется случайным числом, равномерно распределенным в этой области.

Коэффициент $\chi = 0{,}5$ определяет степень искажения мутировавшего вектора относительно исходного;

б) выполнение операции скрещивания (кроссовера). Для каждого из элементов

вектора-мутанта выполняются генерация случайного числа, распределенного по равномерному закону $\hat{s} \in (0,1)$, и замена элемента по правилу

$$z''_{\omega ij} = \begin{cases} z_{\omega ij}, \hat{s} \le \rho \\ z'_{\omega ij}, \hat{s} > \rho \end{cases},$$

где ρ = 0,75 – параметр алгоритма, характеризующий вероятность изменения наследования вектором-потомком элементов исходного и вектора-мутанта соответственно;

в) формирование следующего поколения векторов осуществляется после определения значений целевой функции для исходного вектора $\vec{x}_\omega$ и вектора $z_{\omega ij}$, при этом дающий лучшее значение функции переходит в следующее поколение. Затем вычисления повторяются до достижения заданного числа поколений N.

Третьим этапом методики является определение рационального множества параметров подвижной СОЗЧ МСТК. Для этого из полученной последней популяции векторов параметров отбирается вектор $\vec{x}_{opt}$, обеспечивающий выполнение требований по коэффициенту готовности каждого из агрегатов, при этом обеспечивающий наилучшее значение вероятности восстановления работоспособности агрегатов за заданное время;

г) результат применения представленной методики.

Результатом применения методики является набор оптимальных параметров подвижной СОЗЧ, обеспечивающей наилучшие показатели надежности, включающий в себя следующие компоненты:

а) начальные уровни запасов ТЭЗ каждого типа в одиночном комплекте ЗИП каждого агрегата $\vec{z}_i = [z_{i1}, z_{i2}, ..., z_{ij}, ..., z_{iJ}]$, $i = 1..I$;

б) начальные уровни запасов ТЭЗ каждого типа в групповом комплекте ЗИП-А $\vec{z}_A$ и ЗИП-Б $\vec{z}_Б$;

в) период пополнения группового ЗИП-А из ЗИП-Б $t^{ПА}$;

г) пример расчетов.

С использованием представленной методики выполнен вычислительный эксперимент, позволяющий оценить возможность практического применения.

Дано:

$I = 3$; $J = 3$

$v = [1, 2, 1, 3, 4]$, л

$v^o = [50, 60, 70]$, л; $v^A = 100$ л

$c = [15, 20, 3, 1, 40]$, у.е. $C_\Sigma = 900$ у.е.

$\Delta = [0{,}02, 0{,}15, 0{,}11, 0{,}7, 0{,}12] \cdot 10^{-6}$, ч

$K_{ri}^{тр} = 0{,}99$ $t_{вi} \le 2$

$t^Э = 8460$ ч $\Omega = 300$ $N = 20$

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 0 & 3 \end{bmatrix} \quad T = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 2 & 24 \\ 2 & 0 & 2 & 3 & 24 \\ 3 & 2 & 0 & 2 & 24 \\ 2 & 3 & 2 & 0 & 24 \\ 24 & 24 & 24 & 24 & 0 \end{bmatrix}$$

На рис. 2 и 3 представлено графическое отображение хода процесса вычислений, выполненных.

Параметры СОЗЧ, полученные в результате вычислений, представлены в таблице.

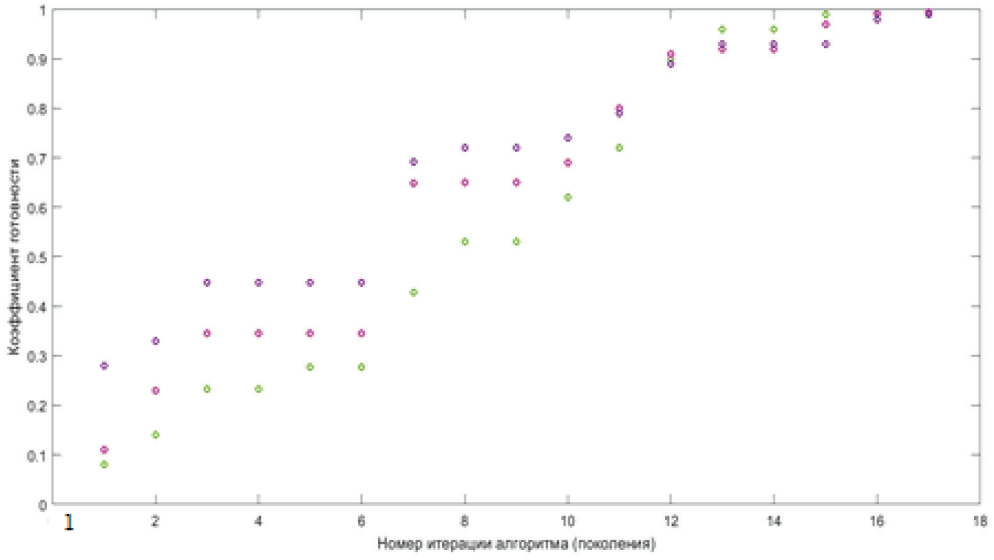


Рис. 2. Эволюционные изменения значений коэффициента готовности агрегатов

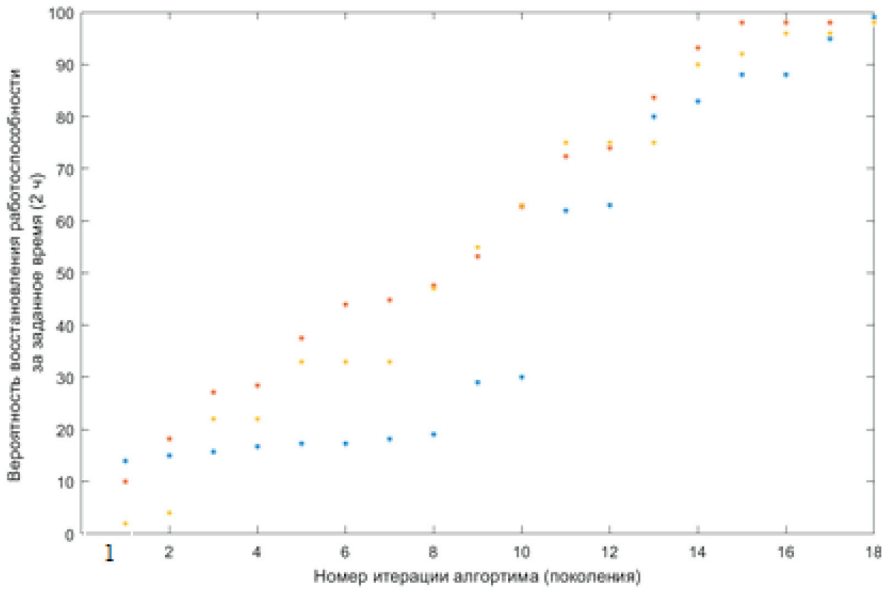


Рис. 3. Эволюционные изменения значений вероятности восстановления агрегатов

Рассчитанные рациональные параметры подвижной СОЗЧ МСТК

i	z_{i1}	z_{i2}	z_{i3}	z_{i4}	K_{ri}	$\gamma_i(t_в)$	v_i	c_i, у.е.
1	14	2	2	0	0,991	0,98	49	73
2	12	3	1	0	0,992	0,99	59	79
3	15	2	1	0	0,99	0,985	69	89
ЗИП-А	8	29	9	0	–	–	95	250
ЗИП-Б	102	144	25	0	–	–	–	402
	$t_{ПА} = 14$ сут							$C_Σ = 893$ у.е.

Построение СОЗЧ с полученными параметрами позволит обеспечить выполнение требований по готовности каждого из агрегатов комплекса, при этом обеспечить вероятность восстановления каждого агрегата за заданное время не менее 98 %. Вместе с тем выполнены требования по объемам возимых комплектов ЗИП-О и ЗИП-А и по стоимости всех ЗЧ.

Заключение

Представленная методика позволяет получать обоснованные решения как при разработке подвижных СОЗЧ вновь проектируемых МСТК, так и для оперативного управления эксплуатационными процессами на существующей технике.

Научная новизна полученного результата заключается в том, что применение представленной методики, в отличие от существующих, позволит в комплексе учитывать ограничения на объем возимых комплектов ЗИП при обосновании рациональных параметров подвижных СОЗЧ.

Практическая значимость представленного результата заключается в возможности получения обоснованных рациональных значений показателей подвижных СОЗЧ МСТК, обеспечивающих требуемое значение показателя готовности и наилучшее значение показателя ремонтопригодности при выполнении ограничений на объемы возимых запасов и стоимость ЗЧ.

Большая размерность представленной задачи определяет существенный объем вычислений, необходимых для получения результата, что, в свою очередь, обуславливает необходимость реализации указанной методики в виде программ для ЭВМ. Одной из реализаций является «Программа расчета рациональных параметров подвижной системы обеспечения запасными частями мобильных сложных технических комплексов», представленная авторами работы.

Список литературы

1. Кокарев А.С., Пачин А.В., Поляков С.А. Задача обеспечения запасами мобильных удаленных подразделений организации // VIII Уткинские чтения. Труды общероссийской НТК. СПб., 2018. С. 257–259.

2. ГОСТ 27.507-2015 Надежность в технике. Запасные части, инструменты и принадлежности. Оценка и расчет запасов. М.: Стандартинформ, 2017. 49 с.

3. Storn R., Price K., Differential Evolution a Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces. Journal of Global Optimization, Kluwer Academic. Publishers. 1997. Vol. 11. P. 341–359. DOI: 10.1023/A:1008202821328.

4. Пантелеев А.В., Метлицкая Д.В., Алешина Е.А. Методы глобальной оптимизации. Метаэвристические стратегии и алгоритмы. М.: Вузовская книга, 2013. 244 с.

5. Pedersen M.E.H Tuning & Simplifying Heuristical Optimization: PHD thesis. University of Southapmton, 2010. 183 p.

6. Guliashki V., Toshev H., Korsemov Ch. Survey of Evolutionary Algorithms Used in Multiobjective Optimization. Problems of Engineering Cybernetics and Robotics. 2009. Vol. 60. P. 42–54.

УДК 004.052.2

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА И КОРРЕКЦИИ ОШИБОК ПРИ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ OFDM НА ОСНОВЕ НЕПОЗИЦИОННОГО МОДУЛЯРНОГО КОДА

Калмыков М.И., Дунин А.В., Степанова Е.П., Калмыков И.А., Топоркова Е.В.

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: kia762@yandex.ru

В настоящее время беспроводные системы широко используют технологию OFDM. Это связано с тем, что данная технология имеет целый ряд достоинств, среди которых можно выделить эффективную борьбу с многолучевостью и межсимвольной интерференцией. Однако использование в технологии OFDM быстрых преобразований Фурье приводит к значительным погрешностям вычислений. Устранить данный недостаток позволяют целочисленные ортогональные преобразования сигналов. Для повышения скорости таких преобразований предлагается использовать непозиционные модулярные коды (НМК). Так как в данных кодах отсчеты обрабатываемого сигнала и ортогональные коэффициенты представляются в виде набора остатков, то вычисление можно выполнять параллельно, используя модули НМК. В результате этого операции сложения, вычитания и умножения выполняются быстрее, чем при использовании позиционной системы счисления. Однако непозиционные модулярные коды также способны проводить поиск и коррекцию ошибок вычислений. Для этого в НМК вводят дополнительные избыточные модули. Поэтому разработка алгоритма, позволяющего повысить достоверность обработки сигналов при возникновении сбоев и отказов, является актуальной задачей. Целью работы является разработка алгоритма, позволяющего исправить ошибку в НМК при минимальных схемных затратах.

Ключевые слова: технология OFDM, целочисленные ортогональные преобразования сигналов, непозиционные модулярные коды, алгоритм коррекции ошибки

THE DEVELOPMENT OF SEARCH ALGORITHMS AND ERROR CORRECTION WHEN PROCESSING SIGNALS IN OFDM SYSTEMS BASED ON NON-POSITIONAL MODULAR CODE

Kalmykov M.I., Dunin A.V., Stepanova E.P., Kalmykov I.A., Toporkova E.V.

Federal State Autonomous Educational Institution Higher Professional Education «North-Caucasian Federal University», Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru

Currently, wireless systems are widely used by OFDM technology. This is due to the fact that this technology has a number of advantages, which can be distinguished by an effective fight against multipath and intersymbol interference. However, the use of fast Fourier transforms in OFDM technology leads to significant computational errors. This disadvantage can be eliminated by integer orthogonal signal transformations. To increase the speed of such transformations, it is proposed to use non-positional modular codes (NMCs). Since in these codes the samples of the processed signal and orthogonal coefficients are represented as a set of residues, the calculation can be performed in parallel using NMK modules. As a result, the addition, subtraction, and multiplication operations are faster than using the positional number system. However, non-positional modular codes are also capable of finding and correcting calculation errors. To do this, additional redundant modules are introduced in NMK. Therefore, the development of an algorithm to improve the reliability of signal processing in the event of failures and failures is an urgent task. The aim of the work is to develop an algorithm that allows to correct the error in NMK at minimal circuit costs.

Keywords: OFDM technology, integer orthogonal signal transformations, non-positional modular codes, error correction algorithm

В настоящее время быстрые преобразования Фурье (БПФ) нашли широкую реализацию в беспроводных системах связи, построенных на основе технологии OFDM. Применение прямого и обратного БПФ позволяет обеспечивать эффективное использование радиочастотного диапазона при заданных скоростях передачи информации, борьбу с многолучевостью и межсимвольной интерференцией. Однако ортогональные преобразования на основе БПФ имеют недостаток, который приводит к значительным погрешностям вычислений [1]. Для устранения такого недостатка в работах [2–4] предлагается использовать целочисленные ортогональные преобразования сигналов. С целью повышения скорости их выполнения в работах [4–6] предлагается использовать непозиционные модулярные коды (НМК). В кодах НМК отсчеты обрабатываемого сигнала и ортогональные коэффициенты представляются в виде набора остатков, что позволяет реализовать параллельные вычисления. Кроме того, такие арифметические коды способны проводить поиск и коррекцию ошибок вычислений. Для этого в НМК вводят дополнительные избыточные модули. Поэтому разработка алгоритма, позволяющего повысить достоверность обработки сигналов при возник-

новении сбоев и отказов в работе устройства OFDM, является актуальной задачей.

Для повышения эффективности выполнения целочисленных ортогональных преобразований сигналов целесообразно использовать непозиционные модулярные коды. Благодаря тому, что операнды имеют маленькую разрядность, а остатки получаются независимо друг от друга, то арифметические операции выполняются значительно быстрее, чем в позиционной системе счисления (ПСС) [5–7]. Непозиционные модулярные коды способны обнаруживать и корректировать ошибки, возникающие в процессе обработки данных. Для этого необходимо увеличить их избыточность за счет добавления дополнительных модулей. Однако это приводит к увеличению схемных затрат, что снижает эффективность использования беспроводных систем передачи информации. Поэтому целью работы является разработка алгоритма, позволяющего обнаружить и исправить ошибку в НМК при минимальных схемных затратах.

Материалы и методы исследования

Обеспечение реального масштаба времени при выполнении ортогональных преобразований сигналов возможно за счет использования параллельных вычислений. В работах [4–6] представлены математические модели выполнения таких преобразований, реализованные с использованием непозиционных модулярных кодов. Такие коды являются арифметическими, поэтому их можно использовать для поиска и коррекции ошибок, которые имеют место при вычислениях из-за сбоев. В таких кодах позиционный код числа $X = X_{n-1}2^{n-1} + X_{n-2}2^{n-2} + ... + X_1 2^1 + X_0$, где $X_j = \{0, 1\}$, $j = 0,\ldots, n-1$, сначала представляют в виде полинома

$$X(z) = X_{n-1}z^{n-1} + X_{n-2}z^{n-2} + ... + X_1 z^1 + X_0. \quad (1)$$

Затем выбирается множество взаимно простых полиномов $p_i(z), i = 1,..., k$. Для получения НМК необходимо вычислить остатки $x_i(z) = rest\left(X(z)/p_i(z)\right)$. Тогда справедливо

$$X(z) = \left(x_1(z), x_2(z),..., x_k(z)\right). \quad (2)$$

Набор выбранных оснований определяет рабочий диапазон НМК

$$P_{\text{раб}}(z) = \prod_{i=1}^{k} p_i(z). \quad (3)$$

Так как остатки получены независимо друг от друга, то для двух комбинаций НМК $X(z) = \left(x_1(z), x_2(z),..., x_k(z)\right)$ и $B(z) = \left(\beta_1(z), \beta_2(z),..., \beta_k(z)\right)$ справедливы выражения

$$\left|X(z) + B(z)\right|^{+}_{P_{\text{раб}}(z)} = \left(\left|x_1(z) + \beta_1(z)\right|^{+}_{p_1(z)}, ..., \left|x_k(z) + \beta_k(z)\right|^{+}_{p_k(z)}\right), \quad (4)$$

$$\left|X(z) \cdot B(z)\right|^{+}_{P_{\text{раб}}(z)} = \left(\left|x_1(z) \cdot \beta_1(z)\right|^{+}_{p_1(z)}, ..., \left|x_k(z) \cdot \beta_k(z)\right|^{+}_{p_k(z)}\right). \quad (5)$$

Так как в основе ортогональных преобразований сигналов лежат аддитивные и мультипликативные операции, тогда их математическая модель, реализованная в непозиционных модулярных кодах, имеет вид

$$\left(V_1(l), ..., V_k(l)\right) = \left(\sum_{j=0}^{d-1} v_1(j) z^{jl}, ..., \sum_{j=0}^{d-1} v_k(j) z_k^{jl}\right), \quad (6)$$

$$\left(v_1(j), ..., v_k(j)\right) = \left(d^* \sum_{l=0}^{d-1} V_1(l) z^{-jl}, ..., d^* \sum_{l=0}^{d-1} V_k(l) z^{-jl}\right), \quad (7)$$

где z – элемент поля, порожденного полиномом $p_i(z)$; $\deg p_i(z) = d$; $d \cdot d^* = 1 \bmod p_i(z)$; $\left(v_1(l), ..., v_k(l)\right)$ – набор отсчетов входного сигнала; $\left(V_1(l), ..., V_j(l)\right)$ – вектор спектральных составляющих сигнала; $v_i(j) \equiv v(j) \bmod p_i(z); \beta_i^{\pm jl} \equiv \beta^{\pm jl} \bmod p_i(z); V_i(l) \equiv V(l) \bmod p_i(z)$; $j = 1, \ldots, d-1$.

Чтобы произвести коррекцию ошибок, возникающих из-за сбоев в процессе реализации вычислений, в непозиционные модулярные коды необходимо добавить избыточные основания $p_{k+1}(z), ..., p_{k+r}(z)$. При этом должно выполняться условие

$$\deg p_1(z) \le ... \le \deg p_k(z) \le \deg p_{k+1}(z) \le ... \le \deg p_{k+r}(z), \quad (8)$$

где r – количество избыточных оснований.

Это приводит к расширению рабочего диапазона НМК до полного, который равен

$$P^*(z) = \prod_{i=1}^{k+r} p_i(z) = P_{\text{раб}}(z) \prod_{i=k+1}^{k+r} p_i(z). \quad (9)$$

Для расширенной комбинации кода НМК $X(z) = (x_1(z), x_2(z),..., x_{k+r}(z))$ должно выполняться равенство

$$\deg X(z) < \deg P_{\text{раб}}(z) = \prod_{i=1}^{k} p_i(z). \quad (10)$$

В случае возникновения однократной ошибки в *i*-м остатке, получаем

$$\tilde{X}(z) = (x_1(z), ,..., \ \tilde{x}_i(z), ..., x_{k+r}(z)) = (x_1(z), ,..., \ \left|x_i(z) + \Delta x_i(z)\right|_{p_i(z)}, ..., x_{k+r}(z)), \tag{11}$$

где $\tilde{x}_i(z)$ – искаженный остаток комбинации; $\Delta x_i(z)$ – глубина однократной ошибки.

В результате искажения комбинации $\tilde{X}(z)$ выйдет за пределы $P_{\text{раб}}(z)$, так как

$$\tilde{X}(z) = \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{k+r} (x_j(z)B_j(z) + (x_i(z) + \Delta x_i(z))B_i(z)) \bmod P^*(z) = X(z) + \Delta x_i(z)B_i(z), \tag{12}$$

где $B_j(z)$ – ортогональный базис для *j*-го основания НМК.

Таким образом, очевидно, что $\deg \tilde{X}(z) > \deg P_{\text{раб}}(z)$.

Согласно [6] для коррекции ошибки, искажающей только один остаток НМК, необходимо использовать два контрольных основания, удовлетворяющих условию

$$\deg p_{k-1}(z) + \deg p_k(z) \le \deg p_{k+1}(z) + \deg p_{k+1}(z). \tag{13}$$

Так как НМК являются непозиционными кодами, то для коррекции ошибки необходимо сравнить степени числа $\tilde{X}(z)$ и $P_{\text{раб}}(z)$. В работе [6] для этого предлагают использовать интервал полинома, который определяется

$$\begin{cases} L_{k+1}(z) = \left|\sum_{i=1}^{k+r} \alpha_i(z)R_i(z) + K^*(z)\right|^+_{p_{k+1}(z)} \\ L_{k+2}(z) = \left|\sum_{i=1}^{k+r} \alpha_i(z)R_i(z) + K^*(z)\right|^+_{p_{k+2}(z)} \end{cases}, \tag{14}$$

где $B_i(z) = R_i(z)P_{\text{раб}}(z) + B_i^*(z)$; $B^*_j(z)$ – ортогональный базис НМК без контрольных оснований; $K^*(z) = \left[\sum_{j=1}^{k} \alpha_j(z)B_j^*(z) \Big/ P_{\text{раб}}(z)\right]$ – ранг безызбыточного НМК.

Проведенные исследования показали, что данный алгоритм является избыточным. Устранить данный недостаток позволяет разработанный алгоритм, в котором используется синдром ошибки по контрольным основаниям НМК. Для его вычисления необходимо выполнить следующие вычисления:

$$\begin{cases} S_1(z) = \hat{x}_{k+1}(z) + x_{k+1}(z) \\ S_2(z) = \hat{x}_{k+2}(z) + x_{k+2}(z) \end{cases}, \tag{15}$$

где $\hat{x}_{k+1}(z), \hat{x}_{k+2}(z)$ – остатки, которые вычислены с помощью информационных остатков.

Если синдром ошибки является нулевым, а это возможно при совпадении $\hat{x}_{k+1}(z), \hat{x}_{k+2}(z)$ и $x_{k+1}(z), x_{k+2}(z)$, то код НМК является разрешенным. В противном случае очевидно, что комбинация НМК содержит ошибку.

Анализ выражения (12) показал, что только второе слагаемое $\Delta x_j B_j(z) \bmod P^*(z)$ определяется искаженным остатком. Осуществим перевод из НМК, определяемого только рабочими основаниями $p_1(z), ..., p_k(z)$, в позиционный код. Тогда имеем

$$X(z) = \left|\sum_{i=1}^{k} x_i(z)B_i(z)\right|^+_{P_{\text{раб}}(z)} = \sum_{i=1}^{k} x_i(z)B_i(z) - r_X(z) \cdot P_{\text{раб}}(z), \tag{16}$$

где $B_i(z) = m_i(z)P_i(z)$ – ортогональный базис НМК; $m_i(z)$ – вес базиса $B_i(z)$; $P_i(z) = \prod_{\substack{j=1 \\ i\neq j}}^{n} p_j(z)$; $r_X(z)$ – ранг кода $X(z)$, показывающий число превышений $P_{\text{раб}}(z)$.

Используя требование ортогональности базисов $B_i(z) \equiv 1 \bmod p_i(z)$, найдем произведение остатков НМК на величину веса базиса $B_i(z)$. Тогда получаем, что данное произведение удовлетворяет условию $\deg\left(\left|x_i(z)m_i(z)\right|^+_{p_i(z)}\right) < \deg p_i(z)$. В этом случае степень произведения $\deg(\left|x_i(z)m_i(z)\right|^+_{p_i(z)} P_i(z)) < \deg P_{\text{раб}}(z)$. Учитывая, что суммирование производится по модулю два, то выражение (16) преобразуется к виду

$$X(z) = \sum_{i=1}^{k+2} |\, x_i(z)m_i(z)\,|^+_{p_i(z)} P_i(z). \tag{17}$$

Тогда для вычисления первого контрольного остатка необходимо выполнить

$$\hat{x}_{k+1}(z) = |\, X(z)\,|^+_{p_{k+1}(z)} = \left|\sum_{i=1}^{k} \left|x_i(z)m_i(z)\right|^+_{p_i(z)} P_i(z)\right|^+_{p_{k+1}(z)} = \sum_{i=1}^{k} \left|\left|x_i(z)m_i(z)\right|^+_{p_i(z)} \left|P_i(z)\right|^+_{p_{k+1}(z)}\right|^+_{p_{k+1}(z)}. \tag{18}$$

Второй остаток по контрольному основанию определяется

$$\hat{x}_{k+2}(z) = |\, X(z)\,|^{+}_{p_{k2}(z)} = \left| \sum_{i=1}^{k} |x_i(z) m_i(z)\,|^{+}_{p_i(z)}\; P_i(z) \right|^{+}_{p_{k+2}(z)} = \sum_{i=1}^{k} \left\| x_i(z) m_i(z) \right|^{+}_{p_i(z)} \left| P_i(z) \right|^{+}_{p_{k+2}(z)} \Big|^{+}_{p_{k+2}(z)}. \quad (19)$$

Затем остатки $\hat{x}_{k+1}(z), \hat{x}_{k+2}(z)$ суммируются по модулю два с остатками $x_{k+1}(z), x_{k+2}(z)$, входящими в комбинацию $X(z) = (x_1(z), ..., x_k(z), x_{k+1}(z), x_{k+2}(z))$. Полученное значение синдрома ошибки укажет на наличие ошибки в НМК.

Результаты исследования и их обсуждение

Пусть заданы информационные основания НМК, $p_1(z) = z^5 + z^2 + 1$, $p_2(z) = z^5 + z^3 + 1$, $p_3(z) = z^5 + z^3 + z^2 + z + 1$. В этом случае рабочий диапазон составит $P_{\text{раб}}(z) = \prod_{i=1}^{3} p_i(z) = z^{15} + z^7 + z^3 + z + 1$. Для коррекции однократной ошибки введем два контрольных основания $p_4(z) = z^5 + z^4 + z^3 + z + 1$, $p_5(z) = z^5 + z^4 + z^3 + z^2 + 1$.

Вычислим значение констант $P_i(z)$ информационных оснований и весов $m_i(z)$ ортогональных базисов определяются из условия $P_i(z) m_i(z) = 1 \bmod p_i(z), i = 1, 2, 3$:

$$P_1(z) = p_2(z) p_3(z) = z^{10} + z^7 + z^5 + z^4 + z^2 + z + 1;\ m_1(z) = z^2 + 1;$$
$$P_2(z) = p_1(z) p_3(z) = z^{10} + z^8 + z^6 + z^5 + z^4 + z + 1;\ m_2(z) = 1;$$
$$P_3(z) = p_1(z) p_2(z) = z^{10} + z^8 + z^7 + z^5 + z^3 + z^2 + 1;\ m_3(z) = z^2 + 1.$$

Представим значение констант $P_i(z)$ контрольным основаниям

$$P_1(z) \bmod p_4(z) = \left| z^{10} + z^7 + z^5 + z^4 + z^2 + z + 1 \right|^{+}_{p_4(z)} = z^4 + 1;\ P_1(z) \bmod p_5(z) = z^3 + z^2 + z;$$
$$P_2(z) \bmod p_4(z) = z^3 + z^2 + 1;\ P_2(z) \bmod p_4(z) = z^4 + z^3 + z^2 + z + 1;$$
$$P_3(z) \bmod p_4(z) = \left| z^{10} + z^8 + z^7 + z^5 + z^3 + z^2 + 1 \right|_{p_4(z)} = z^2;\ P_3(z) \bmod p_5(z) = z^3.$$

Пусть задан полином $X(z) = z^{12} + z^2 + z + 1$, который удовлетворяет условию (10). Представим данный полином в НМК $X(z) = (z^3 + 1, z^4 + z^3 + 1,\ z^2, z^4 + z^3 + z + 1, z^4 + z)$.

Для вычисления первого контрольного остатка воспользуемся (18). Тогда

$$\hat{x}_4(z) = \sum_{i=1}^{3} \left\| x_i(z) m_i(z) \right|^{+}_{p_i(z)} \left| P_i(z) \right|^{+}_{p_4(z)} \Big|^{+}_{p_4(z)} =$$

$$= \left\| (z^3 + 1)(z^2 + 1) \right|^{+}_{p_1(z)} (z^4 + 1) + (z^4 + z^3 + 1)(z^3 + z^2 + 1) + \left| z^2 (z^2 + 1) \right|^{+}_{p_3(z)} z^2 \Big|^{+}_{p_4(z)} = z^4 + z^3 + z + 1.$$

Второй остаток по контрольному основанию определяется выражением (19)

$$\hat{x}_5(z) = \sum_{i=1}^{3} \left\| x_i(z) m_i(z) \right|^{+}_{p_i(z)} \left| P_i(z) \right|^{+}_{p_5(z)} \Big|^{+}_{p_5(z)} =$$

$$= \left\| (z^3 + 1)(z^2 + 1) \right|^{+}_{p_1(z)} (z^3 + z^2 + z) + (z^4 + z^3 + 1)(z^4 + z^3 + z^2 + z + 1) + \left| z^4 + z^2 \right|^{+}_{p_3(z)} z^3 \Big|^{+}_{p_5(z)} = z^4 + z.$$

Для вычисления синдрома ошибки воспользуемся (15). Тогда получаем

$$\begin{cases} S_1(z) = \hat{x}_4(z) + x_4(z) = (z^4 + z^3 + z + 1) + (z^4 + z^3 + z + 1) = 0 \\ S_2(z) = \hat{x}_5(z) + x_5(z) = (z^4 + z) + (z^4 + z) = 0 \end{cases}.$$

Так как синдром ошибки равен нулю, то $X(z)$ является разрешенной комбинацией.

Пусть ошибка произошла в третьем остатке, а ее глубина равна $\Delta x_3 = z^2$. Тогда ошибочная комбинация имеет вид $\tilde{X}(z) = (z^3 + 1, z^4 + z^3 + 1,\ 0, z^4 + z^3 + z + 1, z^4 + z)$.

Вычислим первый контрольный остаток:

$$\hat{x}_4(z) = \sum_{i=1}^{3} \left\| x_i(z) m_i(z) \right|_{p_i(z)}^{+} \left| P_i(z) \right|_{p_4(z)}^{+} \Big|_{p_4(z)}^{+} =$$

$$= \left\| (z^3+1)(z^2+1) \right|_{p_1(z)}^{+} (z^4+1) + (z^4+z^3+1)(z^3+z^2+1) + \left| 0 \cdot (z^2+1) \right|_{p_3(z)}^{+} z^2 \Big|_{p_4(z)}^{+} = z^3+z^2+z+1.$$

Второй остаток по контрольному основанию определяется выражением (19):

$$\hat{x}_5(z) = \sum_{i=1}^{3} \left\| x_i(z) m_i(z) \right|_{p_i(z)}^{+} \left| P_i(z) \right|_{p_5(z)}^{+} \Big|_{p_5(z)}^{+} =$$

$$= \left\| (z^3+1)(z^2+1) \right|_{p_1(z)}^{+} (z^3+z^2+z) + (z^4+z^3+1)(z^4+z^3+z^2+z+1) + \left| 0 \cdot (z^2+1) \right|_{p_3(z)}^{+} z^3 \Big|_{p_5(z)}^{+} = z^2+z.$$

Для вычисления синдрома ошибки воспользуемся (15). Тогда получаем

$$\begin{cases} S_1(z) = \hat{x}_4(z) + x_4(z) = (z^3+z^2+z+1) + (z^4+z^3+z+1) = z^4+z^2 \\ S_2(z) = \hat{x}_5(z) + x_5(z) = (z^2+z) + (z^4+z) = z^4+z^2 \end{cases}.$$

Так как синдром ошибки не равен нулю, то комбинация НМК $X(z)$ содержит ошибку.. В рассмотренном примере получаем вектор ошибки, который имеет вид $\bar{e}(z) = (0, 0, z^2, 0, 0)$. Для устранения ошибки необходимо сложить комбинацию $\tilde{X}(z)$ с вектором ошибки. Получаем

$$X(z) = \tilde{X}(z) + \bar{e}(z) =$$

$$= (z^3+1, z^4+z^3+1, z^2, z^4+z^3+z+1, z^4+z).$$

На основе разработанного алгоритма была получена структурная модель блока обнаружения и коррекции ошибки. В каждом контрольном основании необходимы три LUT-таблицы для выполнения операции $w_i(z) = \left| x_i(z) m_i(z) \right|_{p_i(z)}^{+}$, три LUT-таблицы для выполнения процедуры $\left| w_i(z) P_i(z) \right|_{p_{k+j}(z)}^{+}$, где $j = 1, 2$, а также две LUT-таблицы для вычисления $\sum_{j=1}^{2} \left| w_i(z) P_i(z) \right|_{p_{k+j}(z)}^{+}$. Полученные результаты свидетельствуют о том, что для рассмотренного примера потребуется 16 LUT-таблиц.

В алгоритме поиска и коррекции ошибок на основе выражения (14) в каждом контрольном канале потребуется пять LUT-таблиц для выполнения операции $w_i(z) = \left| x_i(z) R_i(z) \right|_{p_i(z)}^{+}$, $i = 1, \ldots, 5$, четыре LUT-таблицы для вычисления суммы $w_i(z)$. Кроме того, для вычисления ранга безызбыточного НМК $K^*(z)$ необходимо пять LUT-таблиц. Таким образом, схемная реализация требует 23 LUT-таблицы. Следовательно, использование разработанного алгоритма поиска и коррекции ошибок позволяет снизить схемные затраты в 1,44 раза по сравнению с алгоритмом, приведенным в работе [6].

Заключение

Для повышения скорости выполнения ортогональных преобразований сигналов в системах OFDM предложено использовать НМК, так как в данных кодах отсчеты обрабатываемого сигнала и ортогональные коэффициенты представляются в виде остатков, над которыми выполняется параллельное вычисление. Показано, что применение НМК позволяет проводить поиск и коррекцию ошибок вычислений. В статье представлен разработанный алгоритм, позволяющий повысить достоверность обработки сигналов при возникновении сбоев и отказов в работе устройства OFDM. При этом для его реализации требуется в 1,44 раза меньше схемных затрат по сравнению с алгоритмом, приведенным в работе [6] уже при использовании пятиразрядных модуле НМК.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00009.

Список литературы

1. Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шлюма А.М. Технология OFDM: учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. 352 с.

2. Шапошников А.В. Быстрый алгоритм вычисления теоретико-числового преобразования // Актуальные проблемы современной науки. 2013. № 2. С. 204–207.

3. Yurdanov D.V., Gostev D.V. The Implementation of Information and Communication Technologies with the Use of Modular Codes. In: S. Holldobler, A. Malikov, C. Wernhard (eds.): YSIP2, Dombai, Russian Federation, May 16–20, 2017. P. 206–212.

4. Katkov K.A., Naumenko D.O., Sarkisov A.B., Makarova A.V. Parallel modular technologies in digital signal processing. Life Science Journal. 2014. Vol. 11 (11s). P. 435–438.

5. Калмыков М.И., Топоркова Е.В., Степанова Е.П. Разработка математической модели многоканальной систолической матрицы для выполнения теоретико-числовых преобразований сигналов в полиномиальном модулярном коде // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 2. С. 63–68.

6. Горденко Д.В., Резеньков Д.Н., Саркисов А.Б. Методы и алгоритмы реконфигурации непозиционных вычислительных структур для обеспечения отказоустойчивости спецпроцессоров. Ставрополь: Издательство Фабула, 2014. 180 с.

7. Червяков Н.И., Коляда А.А., Ляхов П.А., Бабаенко М.Г., Лавриненко И.Н., Лавриненко А.В. Модулярная арифметика и ее приложения в инфо-коммуникационных технологиях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 400 с.

УДК 004.89:004.932.2

НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СНИМКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

[1]Куракин А.В., [2]Фраленко В.П., [2,3]Хачумов В.М.

[1]ФГБОУ ВО МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, e-mail: alekseyk555@mail.ru;
[2]ФГБУН ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, Веськово, e-mail: alarmod85@hotmail.com;
[3]ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва, e-mail: vmh48@mail.ru

Рассматривается задача оценки качества изображений дистанционного зондирования Земли с применением двухслойной искусственной нейронной сети прямого распространения. Актуальность работы обусловлена необходимостью отбора лучших снимков, доставляемых средствами технического зрения с различными оптико-физическими свойствами, в условиях отсутствия эталонов. Для настройки нейронной сети на фрагментах оригинальных и зашумленных изображений применены искусственно созданные эталонные вектора на основе функций принадлежности нечетких множеств, обеспечивающие меньшую ошибку, чем бинарные эталонные вектора. Для проведения экспериментов все изображения, полученные с борта Международной космической станции, были уменьшены в четыре раза, а затем интерполированы с разным качеством методом ближайшего соседа и бикубическим методом. Разработанный подход требует относительно длительного предварительного обучения на подготовленных образцах, но позволяет проводить дообучение нейронной на новых выборках без изменения программного обеспечения. Нейронная сеть позволяет получать результаты, близкие к оценке качества изображений по критерию среднеквадратичного отклонения. Представлен разработанный модуль формирования «тепловых карт», предназначенный для визуализации результатов работы нейронной сети, каждая точка карты сопоставляется с областью анализируемого изображения и имеет соответствующую оценку качества: плохое, среднее, хорошее и отличное.

Ключевые слова: космическая станция, средства технического зрения, снимки ДЗЗ, оценка качества, искусственная нейронная сеть, нечеткая логика

QUALITY ASSESSING NEURAL NETWORK METHOD FOR EARTH REMOTE SENSING IMAGES

[1]Kurakin A.V., [2]Fralenko V.P., [2,3]Khachumov V.M.

[1]MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: alekseyk555@mail.ru;
[2]Aylamazyan Program System Institute of RAS, Veskovo, e-mail: alarmod85@hotmail.com;
[3]Federal Research Center «Computer Science and Control» of RAS, Moscow, e-mail: vmh48@mail.ru

The problem of quality assessing of Earth remote sensing images using a two-layer artificial neural network of direct distribution is considered. The relevance of the work is due to the need to select the best pictures delivered by means of technical vision with various optical and physical properties, in the absence of standards. To set up a neural network on fragments of original and noisy images, artificially created reference vectors are used based on membership functions of fuzzy sets, which provide a smaller error than binary reference vectors. For the experiments, all images obtained from the International Space Station were reduced by four times, and then interpolated with different quality by the nearest neighbor method and the bicubic method. The developed approach requires a relatively long preliminary training on prepared samples, but allows neural training in new samples without changing the software. A neural network allows you to get results close to assessing the quality of images according to the standard deviation criterion. The developed module for generating «heat maps» is presented, designed to visualize the results of the neural network, each point of the map is compared with the region of the analyzed image and has an appropriate quality rating: poor, average, good and excellent.

Keywords: space station, vision equipment, remote sensing images, quality assessment, artificial neural network, fuzzy logic

Оценка цифровых снимков дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), доставляемых средствами технического зрения с различными оптико-физическими свойствами, позволяет выполнять объективный отбор изображений, пригодных для дальнейшей интерпретации: выделения и распознавания целевых объектов. Большое количество разных видов дефектов качества, а также сложность структур самих изображений вынуждает использовать различные методы оценок качества или их комбинации. Некоторые методы очень сложны из-за большого количества одновременно используемых метрик. На сегодняшний день разработано большое количество методов оценки качества изображений. Эти методы можно классифицировать:

– по способу оценки: сравнительные (сравнение с эталоном) и абсолютные (оцениваются параметры самого изображения);

– по объективности оценок: количественные (формализованные) методы оценки качества и субъективные (экспертные) методы оценки.

Оценки, полученные разными методами, могут противоречить друг другу [1], но в целом каждая из них обладает определен-

ными особенностями, которые свойственны зрительной системе человека. Известные экспертные оценки, описанные, например, в стандарте «Recommendation ITU-R BT.500-11» [2], весьма трудоемки. Они практически неприменимы для непрерывной обработки большого количества изображений за короткое время, что имеет место в системах анализа потоков снимков ДЗЗ.

Перечислим некоторые меры и методы количественной оценки качества растровых изображений [1, 3, 4]:

– среднеквадратичное отклонение (СКО, англ. Standard Deviation), используется для определения количественной разницы пикселей искаженного изображения и образца;

– пиковое отношение сигнала к шуму (ПОСШ, англ. Peak Signal-to-Noise Ratio) – соотношение между максимумом возможного значения сигнала и мощностью шума, искажающего сигнал;

– мера структурного подобия (МСП, англ. Structure Similarity), основывается на том, что пространственно близкие пиксели имеют сильную взаимосвязь, несущую важную информацию о структуре объектов и о сцене в целом;

– метод CRI (коэффициент восстановимости изображения, англ. Coefficient of Recoverability Image) не требует наличия образца и имеет хорошую устойчивость к шумам и искажениям контраста;

– метод PQS (шкала качества изображения, англ. Picture Quality Scale) требует наличия образца; использует пять разных оценок на каждый из факторов, оказывающих влияние на качество изображения;

– модифицированный метод структурного подобия (англ. Multi-Scale Structural Similarity, MS-SSIM) отличается тем, что изображение многократно масштабируется, параметры качества оцениваются на изображениях разного масштаба, результирующая оценка получается объединением измерений в разных масштабах;

– метод IQI (англ. Image Quality Index) рассчитывает степень искажений по трем факторам: корреляция, искажение яркости и контраста.

Следует отметить, что перечисленные меры и методы существенно зависят от особенностей конкретных изображений и отдельных измеряемых факторов, что затрудняет оценку качества снимков ДЗЗ.

Цель исследования: разработка метода, позволяющего оценивать качество изображений ДЗЗ при отсутствии эталонных образцов. В настоящей работе для этого предлагается использовать искусственную нейронную сеть (ИНС) прямого распространения, обучаемую с учителем на оригинальных и искусственно поврежденных изображениях.

Материалы и методы исследования

Для оценки изображений без образцов могут применяться методы искусственного интеллекта, в том числе аппарат ИНС. Например, в работе [5] описан метод оценки качества изображений без использования эталонных образцов, основанный на глубоких сверточных нейронных сетях. Представленные сети получают необработанные части изображений (image patches) на вход и оценивают качество без использования знания о других областях. В отличие от работы [5], нами предлагается использовать искусственную сеть прямого распространения, обучаемую специальным образом, о чем далее будет сказано подробнее.

Для подготовки обучающей выборки и дальнейших экспериментов был использован архив снимков ДЗЗ, полученных с борта Международной космической станции (МКС) [6]. Все изображения были уменьшены в четыре раза, а затем интерполированы (увеличены) с разным качеством методом ближайшего соседа (Nearest Neighbored) и бикубическим методом (Bicubic). Указанные методы были выбраны, так как они вносят искажения разного характера [4].

В случае метода ближайшего соседа пикселям нового изображения присваиваются значения ближайшего пикселя из исходного изображения. Метод сохраняет острые границы изображений, но вносит ступенчатый эффект; имеет минимальное потребление вычислительных ресурсов. При бикубической интерполяции значения цвета новых пикселей вычисляются на основе функции интерполяции значений цветов близких 16 пикселей исходного изображения (в пределах прямоугольной области 4x4 пикселя). Метод обеспечивает лучшую передачу гладких контуров объектов, но может приводить к усилению шума или пропаже мелких деталей. Применение этих методов способно снижать резкость границ на изображениях, в том числе приводить к «лестничному эффекту». Кроме того, на качество изображения может повлиять применяемый способ хранения и передачи: сжатие с потерями, ограничение разрядов яркости (8, 24-битные изображения) и т.п. На цифровых фотографиях изначально присутствуют некоторые дефекты качества: небольшой шум (разница в яркости пикселей, обычно в пределах 1–2 единиц целочисленного значения градаций яркости), расфокусировка и другие дефекты, вызванные физическими характеристиками устройств и условиями фотосъемки.

В обучающую выборку включены и некоторые изображения без искажений как образцы с высоким качеством. Примеры исходных изображений приведены на рис. 1.

Обрабатываемые изображения (оригинальные и искусственно поврежденные) попарно разбивались на фрагменты (окна) размером 16x16 пикселей без перекрытия. Размер окна влияет на точность оценок, требуемые вычислительные ресурсы и определяется экспериментально. Значения пикселей из обрабатываемого окна подаются на первый слой сети прямого распространения, имеющей сигмоидальную функцию активации, в виде вектора размером 256 (по числу пикселей в окне). Выбрана следующая структура двухслойной ИНС: первый слой – 130 нейронов, второй слой – четыре нейрона для оценки качества (плохое, среднее, хорошее, отличное).

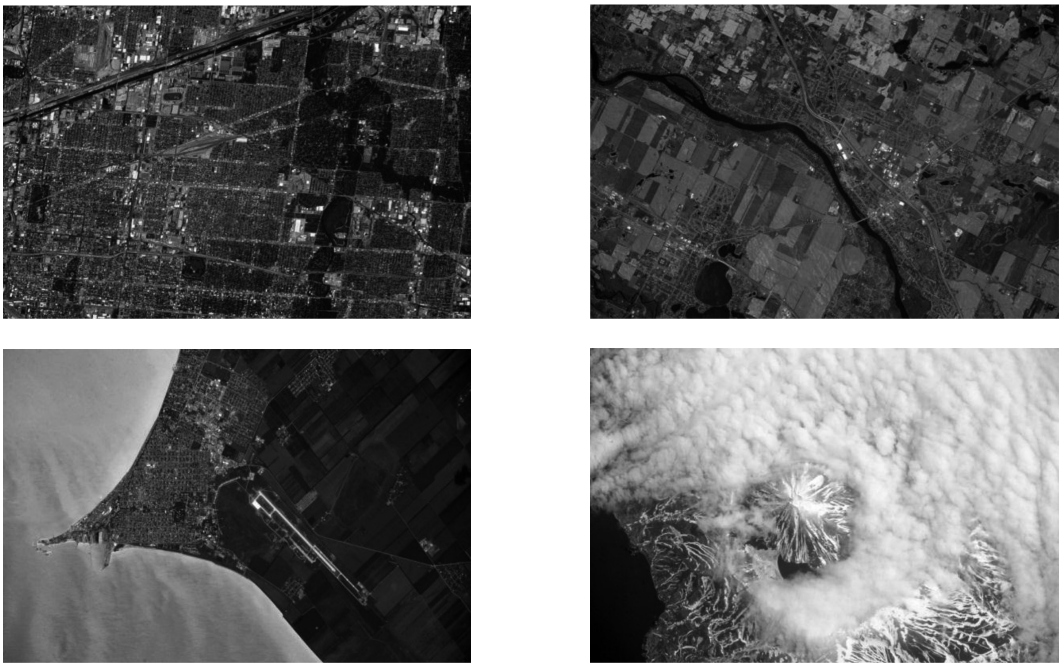


Рис. 1. Изображения дистанционного зондирования Земли

Таблица 1

Соответствие СКО классам качества

Диапазон СКО	Наименование класса качества	Бинарный подход	Нечеткий подход
≥0.126	Плохое	<1.0; 0.0; 0.0; 0.0>	<1.0; 0.25; 0.0; 0.0>
[0.006; 0.126)	Среднее	<0.0; 1.0; 0.0; 0.0>	<0.25; 1.0; 0.25; 0.0>
[0.0001; 0.006)	Хорошее	<0.0; 0.0; 1.0; 0.0>	<0.0; 0.25; 1.0; 0.25>
<0.0001	Отличное	<0.0; 0.0; 0.0; 1.0>	<0.0; 0.0; 0.25; 1.0>

Для установки эталонных значений выходных сигналов использовались два подхода: бинарный и подход, опирающийся на нечеткую логику [7]. Всего было проведено четыре эксперимента, отличающихся способом интерполирования и, соответственно, способом формирования выходного сигнала. На анализируемых изображениях СКО лежали в диапазоне 0.00005–0.186 при среднем значении 0.066. В случае применения нечеткой логики параметры функций принадлежности устанавливались с перекрытием. Выбранные функции принадлежности нечеткой логики хорошо описывают связь между порядковыми дискретными величинами (классами качества): близкие по значению величины объединены соответствующей функцией принадлежности (см. табл. 1, описывающую классы качества).

Для настройки ИНС в соответствии с предложениями работы [8] использовалась случайная 20%-ная учебная выборка из общего числа извлеченных фрагментов изображений.

Результаты исследования и их обсуждение

ИНС с предложенной архитектурой удалось успешно обучить методом обратного распространения ошибки, в качестве фитнес-функции при этом была использована средняя квадратичная ошибка выходного вектора. Норма обучения установлена равной 0.1, поскольку при большем значении сеть не давала ожидаемых результатов (переобучалась). ИНС обучалась на протяжении 100 эпох, в каждой эпохе использовался 1 млн случайно выбранных фрагментов изображений. Уровень ошибки сети на 1, 10, 20, 50 и 100-й эпохах представлен в табл. 2.

Таблица 2

Результаты настройки ИНС в зависимости от числа эпох

	Количество эпох настройки ИНС				
	1	10	20	50	100
Бинарный вектор	0,28	0,22	0,16	0,16	0,15
Бинарный вектор	0,28	0,22	0,19	0,16	0,14
Нечеткая логика	0,18	0,12	0,11	0,10	0,09
Нечеткая логика	0,19	0,13	0,11	0,10	0,09

Из табл. 2 видно, что нейронная сеть, использующая бинарные эталонные вектора, имеет большую ошибку, чем ИНС с применением эталонных векторов на основе функций принадлежности.

Для визуализации результатов работы ИНС был разработан модуль формирования «тепловых карт» [9]. На рис. 2 приведен пример построенной тепловой карты для снимка города с борта МКС, интерполированного методом ближайшего соседа.

Белому цвету соответствует минимальное значение оценки ИНС, а черному – максимальное. Тепловая карта может быть использована для визуального контроля качества работы бортовой аппаратуры технического зрения. Блок-схема алгоритма формирования тепловых карт представлена на рис. 3.

В табл. 3 представлены корреляционные данные по некоторым из проведенных экспериментов, сопоставлялись результаты, полученные методом СКО и методом с применением ИНС.

Значения получены по формуле ранговой корреляции Спирмена для порядковых номеров классов качества непересекающихся фрагментов обрабатываемых снимков.

Рис. 2. Тепловая карта

Таблица 3

Корреляция результатов методов

Исходные данные	Корреляция с оценкой СКО
Изображение 2 (из обучающей выборки)	0,59
Изображение 3 (из обучающей выборки, размытие Гаусса в GIMP)	0,77
Изображение 4 (из обучающей выборки, размытие Гаусса в GIMP)	0,76
Изображение 2707991195.jpg (из обучающей выборки, интерполяция методом ближайшего соседа)	–0,75
Изображение 2707991195.jpg (эталон сам с собой)	0,97
Изображение 7 (эталон сам с собой)	0,94
Изображение 1353403202_bicub.png (бикубическая интерполяция, сравнивался сам с собой)	0,77

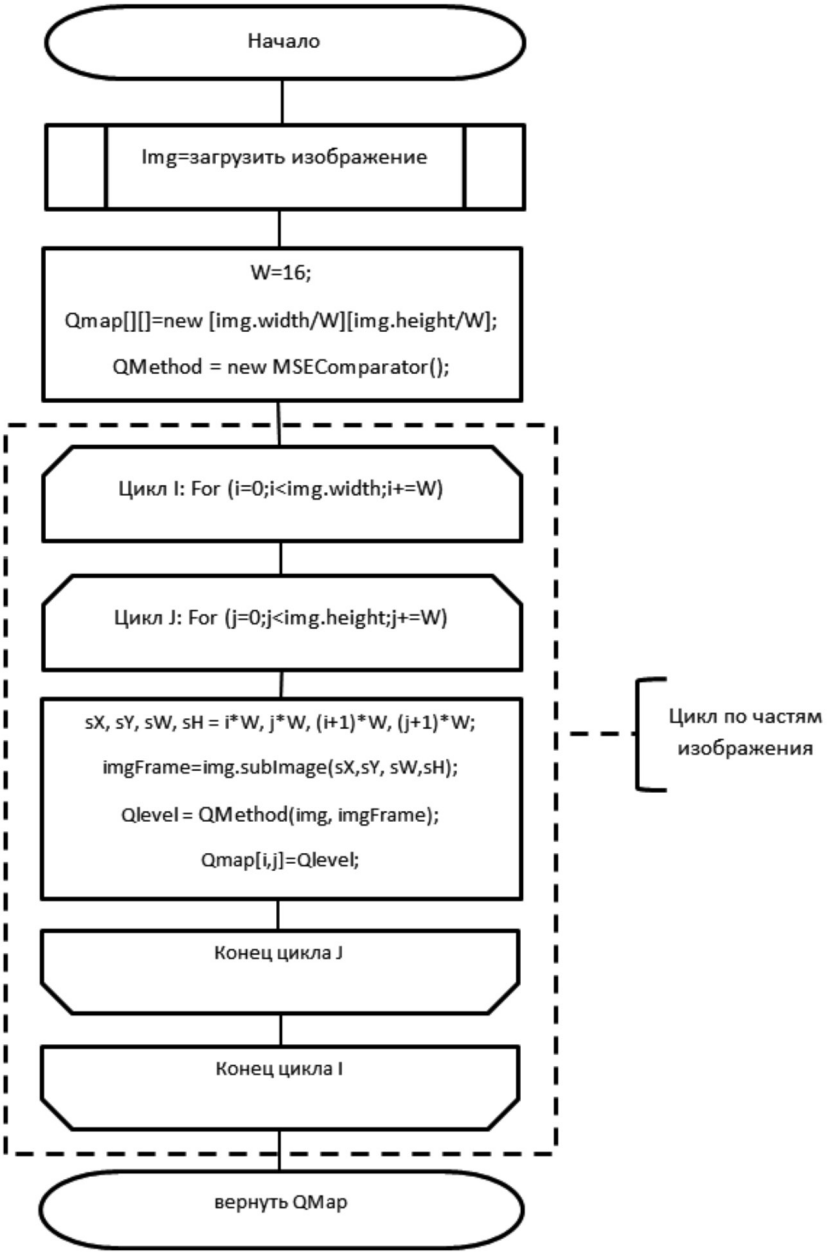


Рис. 3. Блок-схема алгоритма формирования тепловых карт

Заключение

Предложенный метод оценки качества изображений не требует наличия эталонного образца для сравнения и устойчив к изменениям набора снимков. ИНС позволяет получать результаты, близкие к оценке методом СКО. Показано, что применение методов нечеткой логики при подготовке эталонных векторов приводит к уменьшению ошибки сети. Метод требует относительно длительного предварительного обучения на подготовленных образцах, но позволяет проводить дообучение ИНС на новых выборках без изменения программного обеспечения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Перспективные физико-химические технологии специального назначения» (проект «Разработка и исследование методов и технологии высокопроизводительного сжатия целевой информации, передаваемой по каналам кос-

мической связи в интересах национальной безопасности Российской Федерации»).

Список литературы

1. Кокошкин А.В., Коротков В.А., Коротков К.В., Новичихин Е.П. Сравнение объективных методов оценки качества цифровых изображений // Журнал радиоэлектроники. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: http://jre.cplire.ru/jre/jun15/15/text.pdf (дата обращения: 26.08.2019).

2. Sun W., Gu K., Ma S., Zhu W., Liu N., Zhai G. A large-scale compressed 360-degree spherical image database: From subjective quality evaluation to objective model comparison. Proceedings of the IEEE 20th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP) (August 29-31, 2018, Vancouver, BC, Canada). 2018. P. 1–6. DOI: 10.1109/mmsp.2018.8547102.

3. Монич Ю.И., Старовойтов В.В. Оценки качества для анализа цифровых изображений // Искусственный интеллект. 2008. № 4. С. 376–386.

4. Бабкин П.С., Павлов Ю.Н. Анализ и сравнение объективных методов оценки качества изображений // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 9. С. 203–215. DOI: 10.7463/0914.0726368.

5. Bosse S., Maniry D., Wiegand T., Samek W. A deep neural network for image quality assessment. Proceedings of 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (September 25-28, 2016, Phoenix, AZ, USA). 2016. P. 3773–3777. DOI: 10.1109/ICIP.2016.7533065.

6. Виды Земли с борта МКС – Госкорпорация «Роскосмос». 2012. [Электронный ресурс]. URL: https://www.roscosmos.ru/366/ (дата обращения: 26.08.2019).

7. Шалдаев О.О., Лукичева С.В. Перспективы применения нечеткой логики // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 2. № 13. С. 311–313.

8. Bansal A., Chen X., Russell B., Gupta A., Ramanan D. PixelNet: Representation of the pixels, by the pixels, and for the pixels. arXiv preprint. 2017. [Электронный ресурс]. URL: www.arxiv.org/abs/1702.06506 (дата обращения: 26.08.2019).

9. Wilkinson L., Friendly M. The history of the cluster heat map. The American Statistician. 2009. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cs.uic.edu/~wilkinson/Publications/heatmap.pdf (дата обращения: 26.08.2019). DOI: 10.1198/tas.2009.0033.

УДК 004:51-7:656.1

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЗАДЕРЖЕК АВТОТРАНСПОРТА И ПЕШЕХОДОВ НА ПЕРЕХОДАХ С ВЫЗЫВНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Наумова Н.А., Карачанская Т.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Пешеходные переходы являются той частью улично-дорожной сети, которая оказывает значительное влияние на время передвижения как автотранспорта, так и пешеходов. Использование светофоров с жестким режимом регулирования там, где интенсивность пешеходных потоков крайне неравномерна в течение дня, приводит к излишним затратам времени. В таких случаях оптимизировать движение позволяют переходы, обустроенные вызывными устройствами для пешеходов. Актуальной задачей является разработка такой модели оценки, которая использовала бы мезоскопическую детализацию данных и позволяла бы получать результаты на текущий момент и прогнозировать их на ближайшее время. Разработана модель движения пешеходного потока вблизи перехода с вызывным устройством с фиксированным временем горения разрешающего сигнала. Пешеходный поток на подходах к пешеходному переходу рассматривается как поток кластеров, движущихся в одном направлении. Выведен метод оценки среднего времени ожидания пешеходами возможности продолжить движение через переход. Разработан метод оценки суммарной задержки транспортных средств у перехода с вызывным устройством и средней задержки одного транспортного средства для каждой из полос движения. Оценки перечисленных характеристик проводятся с помощью аналитических расчетов при ограниченном количестве исходных данных. Причем данные могут корректироваться по результатам, полученным с видеодетекторов. То есть разработанная модель вполне приемлема для использования в Интеллектуальных транспортных системах.

Ключевые слова: транспортные потоки, пешеходное движение, математическая модель, средняя задержка, переход с вызывным устройством

THE MODEL OF ASSESSMENT OF DELAYS OF VEHICLES AND PEDESTRIANS AT THE CROSSWALK WITH CALLING DEVICES

Naumova N.A., Karachanskaya T.A.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Pedestrian crossings are the part of the road network that has a significant impact on the movement time of both motor vehicles and pedestrians. The use of traffic lights with a strict regulation mode, where the intensity of pedestrian traffic is extremely uneven during the day, leads to unnecessary waste of time. In such cases, to optimize the movement allow transitions, equipped calling devices for pedestrians. An actual task is developing such an assessment model that would use mesoscopic detail of the data, as well as allow getting the current results and forecast them for the near future. Under the assumption that the time of the enabling signal for a pedestrian flow is fixed, the model for the movement of a pedestrian flow along a crosswalk has been developed. A pedestrian flow at approaches to a crosswalk can be viewed as a flow of clusters moving in one direction. The method has been derived for estimating the average waiting time for pedestrians to proceed through the crossing. A method for estimating the total delay of vehicles at the transition with a calling device and the average delay of one vehicle for each of the lanes has been developed. The model is quite acceptable for use in Intelligent Transport Systems.

Keywords: traffic flows, pedestrian movement, mathematical model, average delay, pedestrian crossing with calling device

Пешеходные переходы являются той частью улично-дорожной сети, которая оказывает значительное влияние на время передвижения как автотранспорта, так и пешеходов [1]. В силу высокой интенсивности движения использование нерегулируемых переходов становится нецелесообразным и небезопасным. Использование светофоров с жестким режимом регулирования там, где интенсивность пешеходных потоков крайне неравномерна в течение дня, приводит к излишним затратам времени. В таких случаях оптимизировать движение позволяют переходы, обустроенные вызывными устройствами для пешеходов типа Puffin, Pelican, Toucan.

С целью выбора оптимального режима функционирования вызывных устройств, а также прогнозирования времени в пути для автомобильного транспорта и пешеходов, необходимо иметь аналитический аппарат для оценки величины задержек транспортных и пешеходных потоков на переходах с вызывными устройствами. Причем по причине внедрения Интеллектальных транспортных систем актуальной задачей является разработка такой модели оценки, которая использовала бы мезоскопическую детализацию данных и позволяла бы получать результаты на текущий момент и прогнозировать их на ближайшее время.

Таким образом, целью исследования является разработка методов оценки задержек автотранспорта и пешеходов на переходах с вызывными устройствами.

Материалы и методы исследования

Ранее автором была разработана мезоскопическая модель TIMeR_Mod распределения транспортных потоков по улично-дорожной сети. При ее разработке принято, что интервалы по времени между автотранспортными потоками на каждой из полос для движения приняты подчиненными обобщенному закону Эрланга. При построении модели движения транспортных и пешеходных потоков будем оставаться в рамках предположений модели TIMeR_Mod.

В настоящее время моделированию пешеходных потоков уделяется достаточно много внимания в силу востребованности во многих отраслях. Например, при планировании публичных зданий и сооружений, остановок общественного транспорта, аэропортов и вокзалов, при проведении массовых общественных мероприятий необходимо моделировать поведение людей в тех или иных ситуациях, а также в случае паники. При этом в каждом случае требуется различная точность, особая важность тех или иных апсектов в поведении пешеходного потока. В настоящее время существуют микроскопические, мезоскопические и макроскопические модели пешеходного движения [2–4]. Микроскопичееские модели учитывают позицию, скорость и силы, действующие на каждого отдельного человека. Здесь можно выделить клеточную модель выгодной стоимости (Benefit Cost Cellular Model), модель клеточных автоматов (Cellular Automata Model), модель магнитных сил (Magnetic Force Model) и модель социальных сил (Social Force Model). В клеточной модели выгодной стоимости все пространство разбито на клетки, в каждой из которых может находиться или не находиться человек. В зависимости от того, занята клетка, свободна или граничит с занятой, ей присваивается стоимость. Передвижение пешехода отражается в модели как изменение стоимости клеток.

Модель магнитных сил описывает движение отдельного пешехода, который движется к своей цели и избегает столкновений, с помощью сил притяжения или отталкивания между ним и другими объектами и пешеходами.

В модели клеточных автоматов прогулка моделируется как передвижение по ячейкам сетки. Для описания движения составляется матрица, элементами которой являются вероятности для пешехода занять соседние ячейки.

Модель социальных сил считается лучшей среди микроскопических моделей и достаточно глубоко разработана. Согласно этой модели, пешеход – это объект, которого мотивируют социальные силы. Пешеход стремится достичь цели, причем наиболее комфортным для себя способом. Кроме того, каждый пешеход стремится сохранить комфортную для себя дистанцию от других пещшеходов и объектов. На основании этих положений составляются уравнения, описывающие поведение пешехода в потоке.

Модели, основанные на теории очередей (теории массового обслуживания), в разных источниках относят то к микроскопическим, то к мезоскопическим. Применяются они в том случае, когда поток движется в заданном направлении. Например, при моделировании процесса эвакуации людей из здания. При моделировании движения пешеходов по пешеходному переходу также применим этот тип моделей [5].

Результаты исследования и их обсуждение

1. Описание устройства. Рассмотрим пешеходный переход с вызывным устройством типа Pelpcan. Вызывное устройство расположено между перекрестками на значительном расстоянии. Неподалеку расположены «источники» пешеходного потока, например остановка общественного транспорта, учебное заведение, развлекательный центр и т.п. После нажатия кнопки вызывного устройства в течение времени t_w пешеходы ожидают разрешающего сигнала (рисунок). Затем в течение фиксированного времени $t_{gp\,1}$ пешеходы пересекают дорогу. В течение t_{over} горит запрещающий сигнал и для пешеходов, и для автотранспорта. В это время пешеходы заканчивают движение.

2. Описание пешеходного потока. Как было отмечено выше, модели, основанные на описании пешеходного потока как случайного с помощью случайных функций, используются в том случае, когда поток движется в заданном направлении. А следовательно, применимы при моделировании движения пешеходов по пешеходному переходу.

Пешеходный поток на подходах к пешеходному переходу можно рассматривать как поток «кластеров», движущихся в одном направлении. Кластеры образуются в результате выхода пассажиров из прибывшего к остановке общественного транспорта, после окончания сеанса в кинотеатре, после окончания занятий в учебном заведении и т.п. Кластер – это плотное скоплление людей, которым достаточно одного нажатия кнопки вызывного устройства для перехода через дорогу.

Будем рассматривать кластер как отдельный объект. Распределение интервалов по времени между объектами (кластерами и отдельными «одиночными» пешеходами) примем подчиненным показательному закону с параметром $\lambda_{0\,p}$.

3. Расчет задержек автотранспортного потока. В рамках математической модели TIMeR_Mod, поток прибывающих автомобилей является потоком Пальма, а интервалы по времени между транспортными средствами распределены по обобщенному закону Эрланга [6].

Найдем среднюю задержку автомобиля, случайно прибывающего к переходу. Под задержкой будем понимать время, проведенное в ожидании включения разрешающего сигнала светофора. Задержки, связанные со снижением скорости при приближении к переходу, не учитываются. Если транспортное средство прибывает к переходу в тот момент, когда пешеходов нет, оно проезжает без остановки. В противном случае ожидает включения разрешающего сигнала.

Схема включения запрещающего сигнала светофора для автотранспорта

3.1. Расчет средней задержки одного автотранспортного средства, прибывающего к пешеходному переходу.

Запрещающий сигнал для автотранспорта появляется в случайные промежутки времени согласно показательному закону с параметром λ_{0p}. Длительность запрещающего сигнала фиксирована и равна $T^* = t_{gpI} + t_{over}$. Пусть X – случайная величина, время ожидания возможности продолжить движение. Так как параметр λ_{0p} характеризует среднюю частоту появления события в единицу времени, то

$$M(X) = \left(\lambda_{0p.} T^*\right) \cdot \frac{T^*}{2} = \lambda_{0p} \cdot \frac{\left(t_{gpI} + t_{over}\right)^2}{2}. \quad (1)$$

Формула (1) задает среднее значение задержки одного автотранспортного средства, прибывающего к пешеходному переходу в случае низкой интенсивности движения АТС по каждой из полос.

3.2. Расчет средней суммарной задержки автотранспортных средств, прибывающих к пешеходному переходу с вызывным устройством.

Вычислим предполагаемую суммарную задержку требований рассматриваемого потока за T^* секунд – время, в течение которого запрещено движение АТС в рассматриваемом направлении по данной полосе. При этом будем считать, что в момент времени $t = 0$ очередь отсутствует.

При обобщенном распределении Эрланга интервал по времени между подряд идущими требованиями проходит k стадий $T_0, T_1, ..., T_{k-1}$, причем длительности этих стадий имеют показательные распределения с параметрами $\lambda_0, \lambda_1, ..., \lambda_{k-1}$ соответственно. Обозначим для удобства $\lambda = \{\lambda_0, \lambda_1, ..., \lambda_{k-1}\}$. Если все параметры λ_i различны, функция распределения обобщенного закона Эрланга имеет вид

$$f_k(t) = (-1)^{k-1} \cdot \prod_{i=0}^{k-1} \lambda_i \cdot \sum_{i=0}^{k-1} \frac{e^{-\lambda_i t}}{\prod_{\substack{n=0 \\ n \neq j}}^{k-1} \left(\lambda_j - \lambda_n\right)}. \quad (2)$$

Математическое ожидание $M(T)$ и дисперсия $D(T)$ для обобщенного закона Эрланга равны соответственно

$$\mu = M(T) = M\left(\sum_{i=0}^{k-1} T_i\right) = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{\lambda_i},$$

$$\sigma^{2=} D(T) = D\left(\sum_{i=0}^{k-1} T_i\right) = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{\left(\lambda_i\right)^2}, \quad (3)$$

$H(T)$ – функция восстановления для *транспортного* потока.

Разобьем интервал $(0; T^*)$ на n частей точками $t_1, t_2, ..., t_n$; $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$. Тогда суммарная задержка всех требований данного потока за один цикл T^* приближенно равна

$$W\left(T^*, \lambda\right) \approx \sum_{i=1}^{n} H\left(t_i\right) \cdot \Delta t_i. \quad (4)$$

Перейдя к пределу при $\max\{\Delta t_i\} \to 0$, получим: $W\left(T^*, \lambda\right) = \int_0^{T^*} H(t)\,dt$ (треб.·с.)

$$W\left(T^*, \lambda\right) = \int_0^{T^*} \left(\frac{t}{\mu} + \frac{\sigma^2 - \mu^2}{2\mu^2} + R(t)(t)\right) t =$$

$$= \left(\frac{1}{\mu}\frac{t^2}{2} + \frac{\sigma^2 - \mu^2}{2\mu^2} t\right)\Bigg|_0^{T^*} + \int_0^{T^*} R(t)\,dt. \quad (5)$$

В работе [6] доказано, что функция $R(T)$ может состоять только из следующих слагаемых:

1) $Ae^{s_p t}$;

2) $A_1 e^{s_p t} + A_2 t e^{s_p t}$;

3) $A \cdot e^{\alpha t} \cos\beta t + B e^{\alpha t} \sin\beta t$.

Соответствующие слагаемые в функции $W\left(T^*, \lambda\right)$ для каждого из перечисленных случаев также выведены в работе [6]:

$$1) \int_0^{T^*} A e^{s_p t} dt = = \frac{A}{s_p}\left(e^{s_p T^*} - 1\right); \quad (6)$$

$$2)\ \int_0^{T^*}\left(A_1e^{s_pt}+A_2te^{s_pt}\right)dt=\frac{A_1}{s_p}\left(e^{s_pT^*}-1\right)+\frac{A_2}{s_p}\left(e^{s_pT^*}-1\right)-\frac{A_2}{s_p^{\,2}}\left(e^{s_pT^*}-1\right);\qquad(7)$$

$$3)\ \int_0^{T^*}\left(A\cdot e^{\alpha t}\cos\beta t+Be^{\alpha t}\sin\beta t\right)dt=A\frac{\alpha^2}{\alpha^2+\beta^2}\left(e^{\alpha T^*}\cdot\left(\frac{1}{\alpha}\cos\left(\beta T^*\right)+\frac{\beta}{\alpha^2}\sin\left(\beta T^*\right)\right)-\frac{1}{\alpha}\right)+$$

$$+B\frac{\alpha^2}{\alpha^2+\beta^2}\left(e^{\alpha T^*}\cdot\left(\frac{1}{\alpha}\sin\left(\beta T^*\right)-\frac{\beta}{\alpha^2}\cos\left(\beta T^*\right)\right)+\frac{\beta}{\alpha^2}\right).\qquad(8)$$

Средняя суммарная задержка (в часах) всех требований данного потока за единицу времени – один час, выражается следующим образом:

$$W\left(T^*,\lambda\right)\cdot\frac{3600}{\left(1/\lambda_0\right)}\cdot\frac{1}{3600}=\lambda_0\cdot W\left(T^*,\lambda\right).\qquad(9)$$

Если $H(T^*)-\dfrac{\left(1/\lambda_{0p}\right)-T^*}{h}<0$, то очередь в данном направлении ликвидируется за один цикл.

В таком случае можно уточнить формулу (1) для более высоких интенсивностей транспортных потоков:

$$M(X)=W\left(T^*,\lambda\right)/H\left(\frac{1}{\lambda_{0p}},\lambda\right).\qquad(10)$$

В случае высокой интенсивности пешеходного или транспортного потока возможно скопление очереди у перехода, что характеризуется выполнением следующего неравенства:

$$H(T^*)-\frac{\left(1/\lambda_{0p}\right)-T^*}{h}>0.\qquad(11)$$

Тогда средняя задержка автотранспортного средства может быть вычислена следующим образом:

$$M(X)=n\cdot\frac{1}{\lambda_{0p}}+W\left(T^*,\lambda\right)/H\left(\frac{1}{\lambda_{0p}},\lambda\right),\qquad(12)$$

где n – количество полных циклов, проведенных АТС в ожидании возможности продолжить движение.

4. Расчет задержек пешеходов на переходе. Согласно предположению [7], распределение интервалов по времени между объектами (кластерами и отдельными «одиночными» пешеходами) подчиняется показательному закону с параметром $\lambda_{0\,p}$. Вычислим среднее время ожидания пешеходами возможности начать движение через дорогу. Поступим аналогично пункту 3.2.

$H(t)=\lambda_{0p}\cdot t$ – функция восстановления для показательного закона (количество объектов, прибывших за время t).

Разобьем интервал $(0;t_w)$ на n частей точками $t_1,t_2,...,t_n$; $\Delta t_i=t_i-t_{i-1}$ и вычислим суммарную задержку всех пешеходов, прибывающих к переходу за время t_w. При этом каждый кластер отождествляем с одним объектом. Однако при нахождении средней задержки одного пешехода это будет учтено.

$$W\left(t_w,\lambda_{0p}\right)\approx\sum_{i=1}^{n}H\left(t_i\right)\cdot\Delta t_i=\sum_{i=1}^{n}\lambda_{0p}t_i\Delta t_i,$$

$$W\left(t_w,\lambda_{0p}\right)=\int_0^{t_w}\lambda_{0p}tdt=\lambda_{0p}\frac{t_w^{\,2}}{2}.\qquad(13)$$

Среднее количество пешеходов, прибывающих к переходу, задает функция восстановления [8]. Пешеходы, прибывающие к переходу в то время, когда горит разрешающий сигнал, за редким исключением, перейдут дорогу, ускорив шаг, и будут заканчивать движение в течение времени t_{over}. Следовательно, не будут тратить время на ожидание.

Таким образом, среднее время $M(T_{pc})$ ожидания возможности продолжить движение, задается формулой

$$M(T_{pc})=\frac{W\left(t_w,\lambda_{0p}\right)}{H\left(t_w+t_{gpI}+t_{over}\right)}=$$

$$=\frac{t_w^{\,2}}{2\cdot\left(t_w+t_{gpI}+t_{over}\right)}.\qquad(14)$$

Заключение

Представленная выше модель движения транспортных и пешеходных потоков на переходах с вызывным устройством укладывается в рамки разработанной автором

ранее модели распределения транспортных потоков по улично-дорожной сети. А следовательно, может увеличить диапазон транспортных задач, решаемых с ее помощью. Данный метод оценки проводится с помощью аналитических расчетов при ограниченном количестве исходных данных. Причем эти данные могут корректироваться по результатам, полученным с видеодетекторов. То есть разработанная модель вполне приемлема для использования в Интеллектуальных транспортных системах.

Список литературы

1. Куликов А.В., Фирсова С.Ю., Горина В.В. Совершенствование пассажирских перевозок в центральной части города Волгограда // Известия ВолгГТУ. Сер. Наземные транспортные системы. 2015. Т. 10. № 4 (162). С. 78–83.

2. M.Di Francesco, P.A. Marcovich, J.F. Pietschmann and M.T,Wolfram, On the Hughes' model for pedestrian flow: The one-demansional case. J. Differentional Equations. 2011. Vol. 250 (3). P. 1334–1362.

3. Jiang Y., Zhang P. Modelling and simulation of pedestrian flow throw hidrodynamic// Procedia Engineering. 2012. Vol. 31. P. 1039–1044. DOI: 10.1016/j.proeng.2012.01.1139.

4. Johansson F. Microscopic Modelling and Simulation of Pedestrian Traffic. Lincoping University Department of Scince and Technology. Lincoping, Sweden. 2013. P. 119.

5. Chaudhry M.S., Ranjitkar P. Traffic Signal Design with an Increasing Queue Discharge Rate. Asian Transport Stud. 2015. Vol. 3 Issue 3. P. 328–344. DOI: 10.11175/eastsats.3.328.

6. Наумова Н.А. Теоретические основы и методы автоматизированного управления транспортными потоками средствами мезоскопического моделирования: дис. … докт. техн. наук: 05.22.10. Краснодар, 2015. 331 с.

7. Скульбеденко Н.А. Модель оценки задержек на пешеходных регулируемых переходах с вызывными устройствами // Вестник ИрГТУ. 2008. № 4 (36). С. 105–109.

8. Данович Л.М., Наумова Н.А., Булатникова И.Н., Карачанская Т.А., Коренева О.В., Бочарова-Лескина А.Л., Чубырь Н.О., Егоров Ю.В., Стягун Д.И. Методы математического моделирования технических и технологических процессов: учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. техн. ун-т, 2018. 236 с.

УДК 539.3

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО ОБРАЗЦА ПРИ РАЗРЫВНОМ ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

[1]Хромов А.И., [2]Григорьев Я.Ю., [2]Григорьева А.Л., [2]Жарикова Е.П.

[1]ФГБУН «Институт прикладной математики» Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, e-mail: naj198282@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Комсомольск-на-Амуре

Работа затрагивает область механики деформируемого твердого тела, которая является одной из самых актуальных и востребованных областей в машиностроении. В различных областях промышленности возникают проблемы, которые напрямую связаны с необходимостью решения задач, затрагивающих деформирование материала в различных областях конструкций. Возникает необходимость определения деформаций материала, которая может помочь определить проблемные области, требующие дополнительного усиления либо замены из-за угрозы разрушения. В связи с чем было рассмотрено математическое моделирование процесса деформирования оболочечных конструкций на примере деформирования плоского образца (части оболочки) в условиях плоского напряженного состояния при разрывном поле скоростей перемещений. В статье были получены аналитические решения полей тензоров деформации, которые наблюдаются в оболочках из различных материалов при их деформировании, проведен сравнительный анализ при различных деформационных состояниях, сделаны выводы. Актуальность построения данных решений связана с необходимостью получения полей деформаций в различных точках оболочек, использующихся на объектах различной направленности (военные, промышленные и так далее). Существенными трудностями, при определении полей деформаций численными методами (например, методом конечных элементов).

Ключевые слова: плоское напряженное состояние, малые конечные деформации, главные значения тензора Альманси, плоская деформация

THE DEFORMATION OF A FLAT SAMPLE AT A TERMINAL VELOCITY FIELD OF DISPLACEMENTS IN THE CONDITIONS OF PLANE STRESS STATE

[1]Khromov A.I., [2]Grigorev Ya.Yu., [2]Grigoreva A.L., [2]Zharikov E.P.

[1]Institute of applied mathematics of the far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: naj198282@mail.ru;

[2]Komsomolsk-on-Amur State University, Komsomolsk-on-Amur

This work touches upon the field of mechanics of deformable solids, this area is one of the most relevant and in-demand areas in mechanical engineering. In various areas of the industry there are problems that are directly related to the need to solve problems affecting the deformation of the material in various areas of construction. There is a need to determine the deformation of the material, which can help to determine the problem areas that require additional strengthening or replacement due to the threat of destruction. In this connection, the mathematical modeling of the deformation process of shell structures was considered on the example of defor-mation of a flat sample (clean shell) under the conditions of a flat stress state with a discontinuous field of dis-placement velocities. In this paper we have obtained analytical solutions of fields Tenzo-ditch deformation that are observed in the shells of various materials during their deformation, comparative analysis at various defor-mation conditions, the conclusions. The actu-nity of constructing these solutions is associated with the need to obtain deformation fields at various points of shells used at objects of different orientation (military, industrial, and so on). Significant difficulties in determining the deformation fields by numerical methods (for example, the finite element method).

Keywords: velocity discontinuity lines, rigid-plastic body, tensor of finite deformations, strain rate tensor

Задачи об одноосном растяжении плоских и цилиндрических образцов в условиях плоской и осесимметричной деформации рассматривались в работах [1–3]. Алгоритм решения рассматриваемой задачи в целом соответствует указанным работам.

Еще одним решением задачи о растяжении полосы в условиях плоского напряженного состояния будет решение аналогично решению Е. Оната и В. Прагера при плоской деформации.

Цель работы: исследование и анализ зависимостей полей скоростей деформаций от относительных удлинений, возникающих при деформировании образца. Также целью данной работы является определение наиболее предпочтительных моделей поведения образца при различных полях скоростей перемещения и сравнительный анализ зависимостей деформирования образца как при плоской деформации, так и при плоском напряженном состоянии.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим растяжение полосы с разрывным полем скоростей перемещений. Пластическая деформация в данном случае локализуется вдоль линий разрыва скоростей перемещений. Особенностью данной

задачи являются разрывность поля скоростей перемещений и скачкообразное увеличение деформаций при пересечении частицей линий разрыва скоростей и локализация деформаций в заштрихованной области (рис. 1).

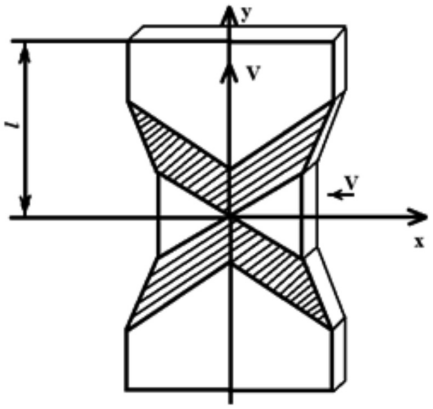


Рис. 1. Растяжение полосы при неоднородном поле скоростей перемещений

Пусть L – линия разрыва скоростей перемещений V_i, которая распространяется с нормальной скоростью G_i.

Деформация частицы в условиях плоского напряженного состояния при пересечении линии разрыва скоростей перемещений [4] (L) будет иметь вид (рис. 2), и нормальная скорость линии определяется по формуле: $G_i = -G\nu_i$.

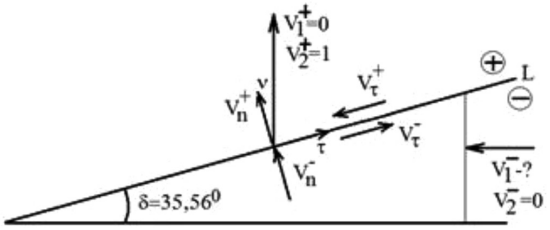


Рис. 2. Скорости деформаций

Движение среды будет описываться в форме Эйлера.

$$\left[x^0_{i,j}\right] = x^{0+}_{i,j} - x^{0-}_{i,j},\ \left[V_i\right] = V_i^+ - V_i^-, \qquad (1)$$

«+» и «–» определенная сторона линии разрыва.

Будем считать, что ниже линии разрыва L [5] материал недеформирован:

$$x^{0-}_{i,j} = \delta_{i,j}. \qquad (2)$$

Для разрывов производных имеют место геометрические и кинематические условия совместности:

$$\left[x^0_{i,j}\right] = \lambda_i \nu_j, \left[\frac{\partial x^0_i}{\partial t}\right] = \lambda_i G, \qquad (3)$$

ν_j – единичный вектор нормали, τ_j – единичный вектор касательной с координатами $\nu(0,1)$, $\tau(1,0)$.

Вдоль траектории материальной частицы лагранжевы координаты постоянны:

$$\frac{dx^0_j}{dt} = \frac{\partial x^0_j}{\partial t} + V_k \frac{\partial x^0_j}{\partial x_k} = 0. \qquad (4)$$

Получаем

$$\left[\frac{\partial x^0_j}{\partial t}\right] = -\left[V_k \frac{\partial x^0_j}{\partial x_k}\right]. \qquad (5)$$

Из соотношений (2) и (3) получаем

$$\left[\frac{\partial x^0_j}{\partial t}\right] = -\left[V_j\right] - \lambda_j V_n^+, \qquad (6)$$

где $[V_j]$ – вектор разрыва скорости перемещения, который определяется в виде

$$\left[V_j\right] = \left[V_n\right]\nu_j + \left[V_\tau\right]\tau_j,$$

V_n^+ – нормальная скорость движения частины на линии разрыва.

$$\left[V_n\right] = V_n^+ - V_n^-,\ \left[V_\tau\right] = V_\tau^+ - V_\tau^-.$$

Из уравнений (1)–(4) получаем

$$\lambda_i = \frac{\left[V_\tau\right]}{G + V_n^+}\tau_i,\ \left[x^0_{i,j}\right] = \frac{\left[V_\tau\right]}{G + V_n^+}\tau_i\nu_j, \qquad (7)$$

$$x^{0+}_{i,j} = \delta_{i,j} - \frac{\left[V_\tau\right]}{G + V_n^+}\tau_i\nu_j. \qquad (8)$$

Значение диссипации энергии для разрывного поля скоростей [6] перемещений при плоском напряженном состоянии имеет вид

$$W = W_1 + W_2,$$

$$W_1 = \frac{\left[V_\tau\right]}{G + V_n^+}k, W_2 = \frac{\left[V_n\right]}{G + V_n^+}k,$$

$$W = \frac{\left[V_\tau\right]}{G + V_n^+}k + \frac{\left[V_n\right]}{G + V_n^+}k.$$

Объемная плотность диссипации энергии, получаемой материальной частицей при пересещении поверхности разрыва скоростей, имеет вид

$$\bar{W} = \frac{W}{k}, \bar{W} = \frac{\left[V_\tau\right]}{G + V_n^+} + \frac{\left[V_n\right]}{G + V_n^+}. \qquad (9)$$

Разрыв тензора градиентов перемещения имеет вид

$$\left[x^0_{i,j}\right] = \bar{W}\tau_i\nu_j = \begin{bmatrix} 0 & \bar{W} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}. \qquad (10)$$

Из (10) получаем компоненты тензора Альманси в виде

$$E_{ij} = \frac{1}{2}\left(\delta_{i,j} - x^0_{k,i}x^0_{k,j}\right) = \frac{1}{2}\begin{bmatrix} 0 & -\bar{W} \\ -\bar{W} & -\bar{W}^2 \end{bmatrix}. \qquad (11)$$

Главные значения тензора Альманси согласно (11) имеют вид

$$E_1 = \frac{\overline{W^2}}{4}\left(\sqrt{1+\frac{4}{\overline{W^2}}}-1\right),$$

$$E_2 = -\frac{\overline{W^2}}{4}\left(\sqrt{1+\frac{4}{\overline{W^2}}}+1\right).$$

Из условия несжимаемости:

$$(1-2E_1)(1-2E_2)(1-2E_3)=1.$$

Получаем

$$E_1 = \frac{\overline{W^2}}{4}\left(\sqrt{1+\frac{4}{\overline{W^2}}}-1\right),$$

$$E_2 = -\frac{\overline{W^2}}{4}\left(\sqrt{1+\frac{4}{\overline{W^2}}}+1\right),\ E_3=0. \qquad (12)$$

Определим значение объемной плотности энергии диссипации. Используя рис. 2, имеем

$$\begin{cases} V_n^- = V_1^- \sin\delta; \\ V_n^+ = V_2^- \cos\delta; \\ V_1^+ = 0; \\ V_2^+ = 0. \end{cases} \qquad (13)$$

Необходимо найти значение скорости перемещений V_1.

Для соотношения объемов при переходе через линию разрыва выполняются соотношения

$$\begin{cases} U^+ = f^+ V_n^+ t; \\ U^- = f^- V_n^- t. \end{cases} \Rightarrow \frac{U^+}{U^-} = \frac{f^+ V_n^+ t}{f^- V_n^- t} = 1. \qquad (14)$$

Используя (14), получаем

$$f^+ V_n^+ t = f^- V_n^- t. \qquad (15)$$

Из (13) и (15) имеем

$$f^+ V_2^- \cos\delta = f^- V_1^- \sin\delta;$$

пр условии $f^+ = f^-$ имеем: $V_2^- \cos\delta = V_1^- \sin\delta$;

так как $V_2^- = 1$, то $V_1^- = ctg\delta$.

Согласно (1) получаем

$$[V_1] = V_1^- - V_1^+ = ctg\delta. \qquad (16)$$

Разрыв скорости перемещений из (12)–(15) в нормальном направлении имеет вид

$$V_n^+ = \cos\delta, V_n^- = \cos\delta, [V_n] = 0. \qquad (17)$$

Из (17) следует, что нормальная составляющая скорости перемещений непрерывна и скачок происходит только в касательном напралении. Из рис. 2 (совместно с (16) имеем

$$V_\tau^- = \frac{(\cos\delta)^2}{\sin\delta}, V_\tau^+ = \sin\delta. \qquad (18)$$

Разрыв касательной состовляющей согласно (18) имеет вид

$$[V_\tau] = \sin\delta - \frac{(\cos\delta)^2}{\sin\delta} = -\frac{\cos 2\delta}{\sin\delta}. \qquad (19)$$

Из соотношений (9), (12), (17), (19):

$$\overline{W} = \frac{[V_\tau]}{G+V_n^+} + \frac{[V_n]}{G+V_n^+}, [V_\tau] = -\frac{\cos 2\delta}{\sin\delta},$$

$$V_n^+ = \cos\delta, [V_n] = 0, G = 0, \delta = 35^0 56^|, \qquad (20)$$

$$E_1 = \frac{\overline{W^2}}{4}\left(\sqrt{1+\frac{4}{\overline{W^2}}}-1\right),$$

$$E_2 = -\frac{\overline{W^2}}{4}\left(\sqrt{1+\frac{4}{\overline{W^2}}}+1\right),\ E_3=0.$$

Используя формулы (20), определим значения величин:

$$\overline{W} = -\frac{2cos2\delta}{sin2\delta} = -2ctg2\delta, \delta = 35^0 56^|,$$

$$E_1 = ctg2\delta\left(\sqrt{1+ctg^2 2\delta} - ctg2\delta\right), \qquad (21)$$

$$E_2 = -ctg2\delta\left(\sqrt{1+ctg^2 2\delta} - ctg2\delta\right),$$

$$E_3 = 0.$$

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные зависимости (20) и (21) являются решением задачи о растяжении полосы с разрывным полем скоростей перемещений и позволяют найти тензор конечных деформаций Альманси (11).

Приведем сравнительный анализ решений, полученных для задачи растяжения полосы с непрерывным полем скоростей перемещений и задачи с разрывным полем скоростей перемещений. На рис. 3 представлены зависимости первого инварианта тензора деформации Альманси (E1) для решений с непрерывным и разрывным полем скоростей перемещений.

На рис. 4 изображены зависимости объемной плотности диссипации ($\overline{W}$) энергии для различных полей скоростей [7] перемещений (непрерывного и разрывного поля скоростей перемещений).

На рис. 5 показаны графики зависимостей усилия (P), необходимого для растяжения полосы, от относительного удлинения образца ($\overline{\varepsilon}$) для решений с непрерывным полем скоростей перемещений и разрывным полем скоростей перемещений.

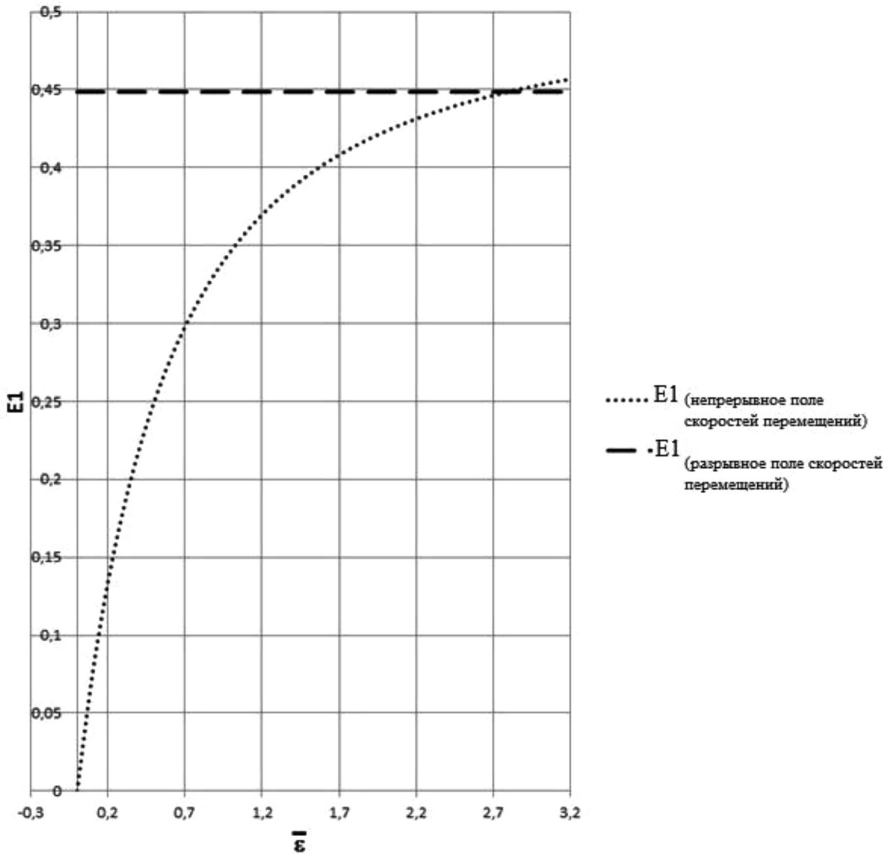


Рис. 3. Первое главное значение тензора деформации Альманси

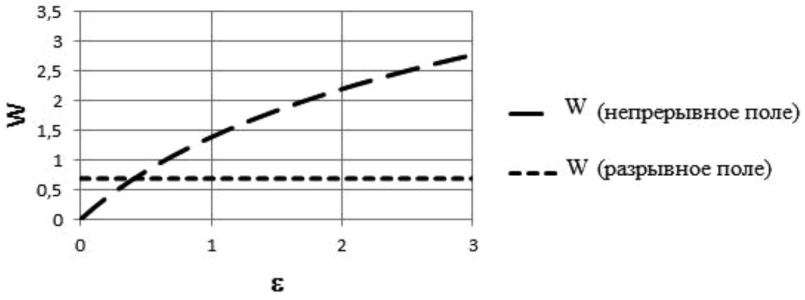


Рис. 4. Диссипация энергии

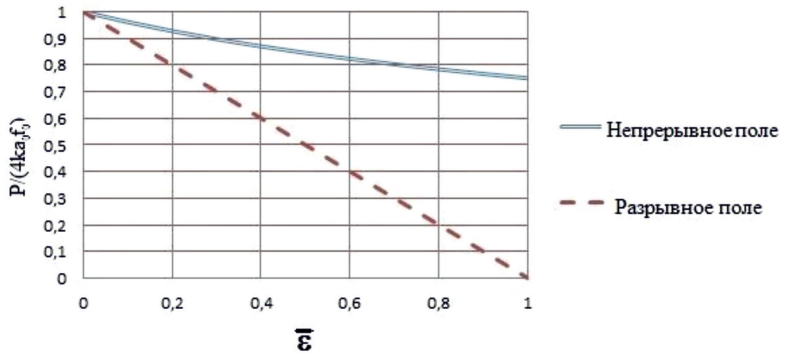


Рис. 5. Усилие, необходимое для растяжения образца

Заключение

Анализ полученных зависимостей показывает, что на начальном этапе деформирования решение с непрерывным полем скоростей перемещений при плоском напряженном состоянии приводит к меньшим деформациям частиц материала и к большим усилиям, необходимым для деформирования образца. Следовательно, модель с непрерывным полем скоростей перемещений более предпочтительна для реальных материалов (алюминиевые сплавы (7475, 1163, 1161, 2524 и т.д.), алюминиево-литиевые сплавы), причем анализ зависимостей, в отличие от плоской деформации образца, производится с учетом геометрии (изменение толщины и ширины образца). Данные выводы позволяют на ранних этапах деформирования оценить поведение элементы конструкции и сделать выводы о его деформировании в различных частях конструкции.

Результаты, полученные в данной работе, позволят принять соответствующие меры для предотвращения нежелательного деформирования и последующего разрушения материала, что приводит к возможному разрушению элемента конструкции.

Список литературы

1. Буханько А.А. Условие пластичности, связанное с линиями уровня поверхности деформационных состояний, для различных процессов деформирования // Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия. 2013. № 9–2 (110). С. 43–54.

2. Артемьева А.А., Баженов В.Г., Казаков Д.А., Кибец А.И., Нагорных Е.В. О больших деформациях и предельных состояниях упругопластических оболочек вращения при комбинированных сложных нагружениях // Прикладная математика и механика. 2015. Т. 79. № 4. С. 558–570.

3. Кувыркин Г.Н., Савельева И.Ю. Термомеханическая модель нелокального деформирования твердого тела // Известия РАН. МТТ. 2016. № 3. С. 20–27.

4. Григорьева А.Л., Григорьев Я.Ю. Алгоритм решения задачи о растяжении полосы с непрерывным полем скоростей перемещений с использованием деформационно-энергетического условия пластичности // Фундаментальные исследования. 2013. № 1–3. С. 694–700.

5. Григорьева А.Л., Хромов А.И. Одноосное растяжение жесткопластической полосы в условиях плоского напряженного состояния при однородном поле скоростей деформаций // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2015. № 4 (26). С. 198–205.

6. Буханько А.А. Теория пластического течения в механике разрушения и её приложения: дис. ... докт. физ.-мат. наук. Чебоксары, 2015. 209 с.

7. Bukhanko A.A., Ovchinnikova S.A. Approximation of the plastic zone by circular arcs during the sliding of a cylinder on the rigid-plastic half-space. International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS). Tomsk, Russia, 2014. DOI: 10.1109/MEACS.2014.6986898.

УДК 62-97:624:697.34

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ С ИНФИЛЬТРАЦИЕЙ В ТЕПЛОВОМ БАЛАНСЕ ЗДАНИЯ

[1,2]Цыцарева Е.И., [1]Левцев А.П., [1,2]Лысяков А.И.

[1]ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: lenalisakowa@mail.ru;

[2]ООО НПО «Энергосистемы», р.п. Атяшево, Мордовия, e-mail: lysyakov_lai@mail.ru

Существующие методики расчета теплового баланса здания учитывают инфильтрацию воздуха без соответствующего обоснования либо вовсе не учитывают, что приводит не только к недостоверности определения ее значения, но и снижению общей достоверности теплового баланса здания. Разработана концепция совершенствования оценки инфильтрации для существующих зданий и сооружений за счет усовершенствования определения площади щелей и неплотностей в ограждающих конструкциях. Определены основные факторы, оказывающие влияние на определение площади объекта, изображение которого получено при проведении тепловизионного обследования, данными факторами являются расстояние до объекта съемки, угол съемки и технические характеристики используемого тепловизора, в случае определения которых можно определить физическую площадь объекта съемки. Площадь щелей на термограмме определена на основании количества точек, значения температуры которых меньше принятой пороговой температуры, определенной экспериментальным путем. Физическая площадь щелей определяется исходя из площади щелей на термограмме с учетом выведенной зависимости. В результате проведенного анализа определена эффективность методики усовершенствования оценки инфильтрации в тепловом балансе здания на основании повышения точности определения площади щелей и неплотностей в ограждающих конструкциях.

Ключевые слова: методика, инфильтрация, площадь щелей, пороговая температура

IMPROVEMENT OF METHODS FOR ESTIMATING HEAT LOSS WITH INFILTRATION IN THE HEAT BALANCE OF THE BUILDING

[1,2]Tsytsareva E.I., [1]Levtsev A.P., [1,2]Lysyakov A.I.

[1]National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: lenalisakowa@mail.ru;

[2]LLC SPA «Energy Systems», Atyashevo, Mordovia, e-mail: lysyakov_lai@mail.ru

Existing methods for calculating the heat balance of a building take into account air infiltration without appropriate justification or do not take it into account at all, which leads not only to inaccurate determination of its value, but also to a decrease in the overall reliability of the heat balance of the building. A concept has been developed to improve the assessment of infiltration for existing buildings and structures by improving the definition of the area of cracks and leaks in building envelopes. The main factors that influence the determination of the area of the object, the image of which was obtained during the thermal imaging survey, are identified; these factors are the distance to the subject, the angle of the survey, and the technical characteristics of the thermal imager used, if determined, the physical area of the subject can be determined. The area of the slots in the thermogram is determined on the basis of the number of points whose temperature is less than the accepted threshold temperature determined experimentally. The physical area of the slots is determined based on the area of the slots in the thermogram, taking into account the derived dependence. As a result of the analysis, the effectiveness of the methodology for improving the assessment of infiltration in the heat balance of a building is determined based on increasing the accuracy of determining the area of cracks and leaks in building envelopes.

Keywords: methods, infiltration, area of cracks, threshold temperature

Тепловая мощность системы отопления подбирается исходя из принципа возмещения тепла, уходящего через ограждающие конструкции, и тепла, уходящего при инфильтрации. Согласно [1] СНИП 2.04.05-91* расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха можно определить двумя способами: расчетным и нормативным, при этом расход теплоты принимается равным большей из полученных величин. Нормативным способом определяется удельный расход удаляемого воздуха, равный 3 м^3/ч на 1 м^2 жилых помещений. На практике расчет нормативным способом менее трудоемкий, но при этом значение расхода теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха получается завышенным.

В соответствии с расчетным методом расход инфильтрующегося воздуха в помещение через неплотности наружных ограждений определяется суммированием расхода инфильтрирующегося воздуха через ограждающие конструкции, стыки стеновых панелей и через щели, неплотности и проемы в наружных ограждающих конструкциях. В настоящее время СНИП 2.04.05-91* прекратил действие в связи с вступлением в силу СНиП 41-01-2003.

Согласно Своду правил [2] СП 60.13330.2016 при определении количества воздуха, поступающего в помещение

в результате инфильтрации через ограждающие конструкции, учитывают только расход инфильтрирующегося воздуха через ограждающие конструкции. Таким образом, в СНиП 41-01-2003 при расчете инфильтрационных потерь исключены потери через щели и неплотности наружных ограждающих конструкций, в связи со сложностью оценки данного параметра.

Материалы и методы исследования

Цель данной статьи – усовершенствование оценки инфильтрации в тепловом балансе здания. При расчете расхода инфильтрирующегося воздуха по СНИП 2.04.05-91* потери через щели, характеризуемые таким параметром, как площадь щели, является наиболее значимым показателем. Так, опытным путем установлено, что при изменении площади щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях на 1 см расход инфильтрации в среднем изменяется на 1,97 процентов (прямая зависимость).

При определении значимости данного параметра в расчете расхода инфильтрирующегося воздуха был произведен анализ 50 вариантов сценариев для каждого объекта. Для этого все расчетные параметры принимались неизменными, кроме одного, принятого за тестовый. Для каждого сценария был осуществлен расчет расхода инфильтрирующегося воздуха. Для каждой группы по 10 сценариев изменения тестового параметра и расхода инфильтрирующегося воздуха определен коэффициент корреляции. По итогам расчетов все показатели определены как значимые, с коэффициентом корреляции равным единице в прямой и обратной зависимости [3]. Но при этом выявлено, что изменение площади щелей и неплотностей в наружных ограждающих конструкциях привело к наибольшему изменению расхода инфильтрирующегося воздуха. При изменении температуры воздуха внутри помещения на 1 градус расход инфильтрации в среднем изменяется на 0,74 процента, при изменении температуры наружного воздуха на 1 градус – 1,07 процента, изменение давления на 1 мм ртутного столба – 0,002 процента, относительной влажности на 1 % – 0,0001 процента (табл. 1).

Для определения площади щелей в наружных ограждающих конструкциях можно использовать инфракрасную термографию [4]. При термографировании ограждающих конструкций [5] внутри помещения определяющим параметром является расстояние до объекта, в случае термографирования снаружи помещения добавляется параметр – угол съемки.

Эксперимент был проведен на одном объекте, а затем апробирован на ряде других объектов. Можно выделить несколько основных этапов методики проведения эксперимента [6, 7]. На первом этапе определяются технические характеристики используемого тепловизора [8]. Термографирование осуществлено с использованием тепловизора SDS HotFind-LXT (детектор 320×240, угол обзора тепловизора 24°×18°). Исходя из разрешения детектора тепловизора определено, что полученные термограммы при импортировании в программу для работы с электронными таблицами Microsoft Excel имеют вид прямоугольника с площадью 76800 точек (пикселей) – 320 на 240 пикселей. На втором этапе дальномером устанавливается расстояние до объекта (при термографировании необходимо находиться перпендикулярно к объекту съемки).

Соответственно, в процессе съемки между объектом съемки и тепловизором получается прямоугольный треугольник (рис. 1), в котором известен угол (углы обзора тепловизора по горизонтали и вертикали известны по техническим характеристикам) и прилежащий катет (расстояние до объекта). Противолежащий катет (ширина объекта термографирования) определяется через тригонометрическую функцию «Тангенс». Формула для расчета имеет вид (длина объекта термографирования (n, м) определяется аналогично):

$$m = tg\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times 2 \times l,$$

где m – ширина объекта термографирования, м;
α – угол обзора тепловизора по горизонтали, градусы;
l – расстояние от тепловизора до объекта, м.

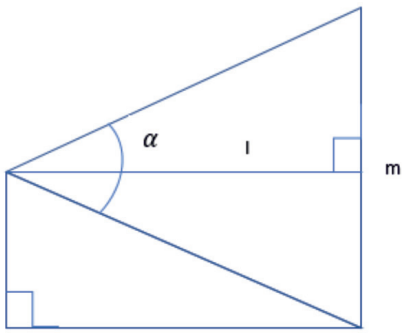


Рис. 1. Визуализация процесса термографирования при учете фактора – расстояние до объекта термографирования

Таблица 1

Влияние различных параметров на инфильтрационные потери

Показатель	Корреляция	Среднее значение отклонения, %
Площадь щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях, кв. м	1,00	1,97
Температура воздуха: внутреннего, С	1,00	–0,74
Температура воздуха: наружного, С	–1,00	–1,07
Давление, мм ртутного столба	–1,00	–0,002
Расход инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции помещения	1,00	0,0001

Таблица 2

Результаты исследования влияния расстояния до объекта термографирования на площадь объекта съемки

Показатель	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расстояние до объекта съемки, м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размерность одного пикселя, см	0,13	0,27	0,40	0,53	0,67	0,80	0,93	1,06	1,20	1,33
Физическая длина кадра съемки, м	0,43	0,85	1,28	1,70	2,13	2,55	2,98	3,40	3,83	4,25
Физическая ширина кадра съемки, м	0,32	0,63	0,95	1,27	1,58	1,90	2,22	2,53	2,85	3,17
Физическая площадь кадра съемки, кв. м	0,14	0,54	1,21	2,16	3,37	4,85	6,60	8,62	10,91	13,47

Для удобства вычислений вводится показатель размерности одного пикселя (одной точки) термограммы, который равен частному площади объекта и площади термограммы. Так как технические характеристики тепловизора неизменны, единственным параметром, влияющим на вычисление площади объекта при термографировании внутри здания, является расстояние до объекта.

Расчет размерности одного пикселя был осуществлен для расстояний до объекта от 1 до 10 м, при неизменных: площади термограммы – 76800 пикселей, угла обзора тепловизора по горизонтали – 24 градуса, угла обзора тепловизора по вертикали – 18 градусов (табл. 2).

В результате проведенных экспериментов и регрессионного анализа, уравнение для расчета физической площади одного пикселя имеет вид:

$$s_{\text{пикселя}} = 0{,}133 \times l - 0{,}0002,$$

где $s_{\text{пикселя}}$ – физическая площадь одного пикселя, м.

Таким образом, исходя из расстояния до объекта, можно определить его физическую площадь.

$$S_{\text{объекта}} = m \times n = tg\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times tg\left(\frac{\beta}{2}\right) \times 4 \times l^2,$$

где $s_{\text{объекта}}$ – физическая площадь объекта, м;
n – длина объекта термографирования, м;
β – угол обзора тепловизора по горизонтали, градусы.

В случае осуществления термографирования снаружи здания, в расчет площади необходимо вводить поправочный коэффициент, характеризующий угол съемки (поправка на этажность объекта). Данный коэффициент применяется к длине объекта съемки и рассчитывается как отношение расстояния (перпендикулярно) от тепловизора до здания и расстояния (под углом) от тепловизора до объекта съемки (противолежащий катет и гипотенуза прямоугольного треугольника соответственно).

Расстояние от тепловизора до объекта съемки, в случае проведения неперпендикулярной съемки, рассчитывается исходя из расстояния до здания (перпендикуляра) и высоты здания до объекта термографирования по формуле

$$k = \sqrt{l^2 + h^2},$$

где k – расстояние от тепловизора до объекта съемки, м;
h – высота здания до объекта термографирования, м.

На практике расстояние от тепловизора до объекта съемки можно определить с помощью дальномера.

Поправочный коэффициент, характеризующий угол съемки, введем по нижней границе съемки (наибольший угол) (рис. 2). В соответствии с признаками подобных треугольников искажение площади объекта термографирования будет иметь следующий вид (пренебрегаем тем, что каждая точка объекта термографирования располагается к тепловизору под разными углами, уменьшаясь от нижней границы объекта термографирования):

$$\frac{l}{k} = \frac{n}{n_1},$$

где n_1 – длина объекта термографирования с учетом поправочного коэффициента, м.

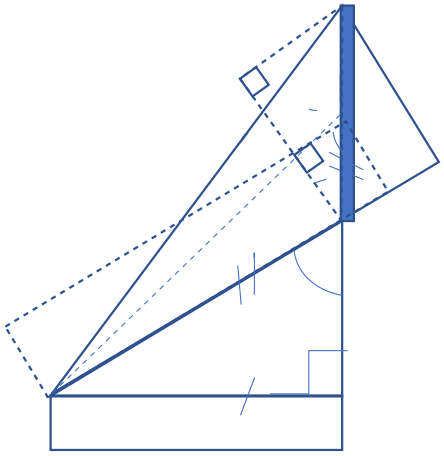


Рис. 2. Визуализация процесса термографирования при учете факторов – расстояние до объекта термографирования и угол съемки

В случае проведения термографирования снаружи здания физическая площадь объекта принимает следующий вид:

$$S_{\text{объекта}} = tg\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times tg\left(\frac{\beta}{2}\right) \times 4 \times \frac{l^3}{k}.$$

Третий этап методики подразумевает определение значения пороговой температуры – максимальной температуры в щелях. Все точки на термограмме, имеющие значения температуры меньше пороговой, показывают температуру в щелях.

Для определения пороговой температуры были проведены эксперименты по термографированию оконных проемов с выраженными дефектами (видными невооруженным взглядом). Термографирование проводилось при неизменных: температуре воздуха, температуре внутри помещения, влажности, давления и скорости ветра [9, 10]. По данным экспериментов (10 объектов) определено, что средняя пороговая температура находится выше самого низшего

значения на термограмме на 1,64 % от общей шкалы распределения температур (от минимальной до максимальной – 100 %).

Соответственно, зная, что от нижней температуры до 1,64 % от общей шкалы – это температура в щелях, можно определить количество точек, имеющих температуру меньше пороговой посредством функции в Microsoft Excel – «СЧЁТЕСЛИ». Определив количество точек, имеющих температуру меньше пороговой, и зная размерность пикселей, определяем площадь щелей и неплотностей:

$$S_{\text{щелей}} = \frac{K_{\text{порог.}}}{K_{\text{термогр.}}} * S_{\text{объекта}} =$$

$$= tg\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times tg\left(\frac{\beta}{2}\right) \times 4 \times \frac{l^3}{k} \times \frac{K_{\text{порог.}}}{K_{\text{термогр.}}},$$

где $K_{\text{термогр.}}$ – площадь термограммы (всего точек), пиксель;

$K_{\text{порог.}}$ – количество точек с температурой меньше пороговой, пиксель.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим пример расчета площади щелей.

Расстояние от тепловизора до объекта 6,5 м. Термографирование осуществлено внутри помещения с использованием тепловизора SDS HotFind-LXT (детектор 320×240, угловое поле зрения 24 °×18 °).

Определяем в табличном редакторе Microsoft Excel физическую ширину кадра съемки:

$$m = tg\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times 2 \times l = tg\left(\frac{24}{2}\right) \times 2 \times 6,5 = 2,76 \text{ м.}$$

Аналогично определяем длину кадра съемки:

$$n = tg\left(\frac{\beta}{2}\right) \times 2 \times l = tg\left(\frac{18}{2}\right) \times 2 \times 6,5 = 2,06 \text{ м.}$$

Физическая площадь объекта съемки:

$$S_{\text{объекта}} = m \times n = 5,69 \text{ кв. м.}$$

Определяем пороговую температуру по теплограмме. Минимальная температура на теплограмме – 3,5 градусов, максимальная 28,8 градусов. Шкала – 32,30 градусов. Пороговая температура равна

$$T_{\text{пороговая}} = \frac{1,64}{100} \times 32,30 - 3,5 = -2,97 \text{ °C.}$$

Количество точек, характеризуемых температурой меньше пороговой, определим в табличном редакторе «Excel» по формуле

$K_{\text{порог.}}$ = СЧЁТЕСЛИ (Массив температур по точкам; –2,97) = 15 ед.

Физическая площадь щелей

$$S_{\text{щелей}} = \frac{K_{\text{порог.}}}{K_{\text{термогр.}}} * S_{\text{объекта}} = \frac{15}{76800} * 5,69 =$$

$$= 0,001 \text{ кв. м.} = 11,11 \text{ кв. см.}$$

Полученное значение площади щелей можно использовать при расчете расхода воздуха через ограждающие конструкции (кг/ч) по СНИП 2.04.05-91* (обозначения приняты по СНИП 2.04.05-91*):

$$G_i = 0,216 \times \frac{\sum A_1 \times \Delta p_i^{0,67}}{R_u} + \sum A_2 \times G_H \times (\Delta p_i / \Delta p_1)^{0,67} +$$

$$+ \frac{3456 \sum A_3 \Delta p_i^{0,5} + 0,5 \sum l \times \Delta p_i}{\Delta p_1} = 0,216 \times \frac{5,69 \times 135,59^{0,67}}{0,89} + 1,50 \times 1 \times \left(\frac{135,59}{10}\right)^{0,67} +$$

$$+ \frac{3456 \times 0,001 \times 135,59^{0,5} + 0,5 \times 0 \times 135,59}{10} = 90,47.$$

Расход инфильтрующегося воздуха в помещении с учетом площади щелей получается выше на 44,72 кг/ч.

Полученное значение расхода воздуха позволяет определить расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха (обозначения приняты по СНИП 2.04.05-91*):

$$Q_i = 0,28 \times \sum G_i \times c \times \left(t_p - t_i\right) \times k =$$

$$= 0,28 \times 90,47 \times 1 \times \left(25 - \left(-20\right)\right) \times 1 = 1139,92.$$

Заключение

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха с учетом площади щелей получается выше на 576,45 кг/ч.

Эффективность применения данной методики заключается в увеличении точности определения инфильтрационных потерь тепла.

Список литературы

1. СНИП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/9056428 (дата обращения: 02.09.2019).

2. Свод правил СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003), утвержденный приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 16 декабря 2016 г. № 968/пр. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/456054205 (дата обращения: 02.09.2019).

3. Лысяков А.И., Цыцарева Е.И., Мельникова М.В., Кондратьева Г.А. Математическое моделирование отпуска тепловой энергии // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. 2014. С. 654–660.

4. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. М.: Спектр, 2009. 256 с.

5. Веснин В.И. Инфильтрация воздуха и тепловые потери помещений через оконные проёмы // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. № 3 (24). С. 10–16. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.03.2.

6. Лысяков А.И. Методика гидравлического расчета систем теплоснабжения с естественной циркуляцией теплоносителя // Приволжский научный журнал. 2018. № 4. С. 59–68.

7. Лысяков А.И., Сарайкин М.Н., Кургунов М.А., Глухов С.Н. Методика оценки технико-экономических параметров работы системы холодоснабжения // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 7. С. 51–58.

8. ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/901707162 (дата обращения: 02.09.2019).

9. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1982. 415 с.

10. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление: учебник для вузов по спец. ТГВ. М.: Стройиздат, 1991. 735 с.

УДК 004.9:681.5.08

ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ПО ДАННЫМ МНОГОРАКУРСНОГО СКАНИРОВАНИЯ

[1,3]Черников Б.В., [2]Гайдук И.О., [3]Борисова Е.А.

[1]ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Москва, e-mail: bor-cher@yandex.ru;

[2]Московский институт электронной техники, Москва, e-mail: igolgai@mail.ru;

[3]РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: lb20062006@yandex.ru

С каждым днем растет интерес к технологиям трехмерного сканирования. На текущий момент они уже нашли применение во многих областях нашей жизни: от сферы развлечений до наработок в области промышленности и медицины. В связи с расширением спектра решаемых задач выявляется необходимость создания универсальных методов совмещения нескольких облаков точек в единую трехмерную модель, обеспечивающих высокую достоверность результата при экономии временных и вычислительных ресурсов. Наиболее трудозатратным этапом создания единого облака точек на основе данных многоракурсного сканирования является слияние результатов сканирования со всех ракурсов съемки в результирующую модель. Существующие методы обеспечивают высокую точность создаваемой модели для объектов исследования как микро-, так и макроуровня, однако эти методы либо являются узкоспециализированными, то есть работают с объектами определенного размера, либо при широком спектре допустимых масштабов обладают высокой ресурсоемкостью. Применение аппарата искусственных нейронных сетей позволит сократить вычислительную нагрузку при совмещении нескольких облаков точек. В настоящей статье проводится анализ возможных методов создания трехмерной модели и определяется направление дальнейшего поиска путей сокращения ресурсных затрат при построении модели.

Ключевые слова: трехмерное сканирование, 3D-модель, облако точек, многоракурсное сканирование, совмещение, метод сканирования, нейронные сети

THE PROBLEM OF UNIFIED 3D-MODEL CREATING OF THE OBJECT BY THE MULTI-ANGLE SCAN DATA

[1,3]Chernikov B.V., [2]Gayduk I.O., [3]Borisova E.A.

[1]LLC «Gazprom VNIIGAZ», Moscow, e-mail: bor-cher@yandex.ru;

[2]Moscow Institute of Electronic Technology, Moscow, e-mail: igolgai@mail.ru;

[3]Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: lb20062006@yandex.ru

There is a growing interest in 3D scanning technologies every day. At the moment, they have already found application in many areas of our lives: from entertainment to developments in industry and medicine. In connection with the expansion of the range of tasks to be solved, the need arises for the creation of universal methods for combining several point clouds into a single three-dimensional model, providing high reliability of the result while saving time and computing resources. The most time-consuming step in creating a single point cloud based on multi-angle scan data is to merge the scan results from all camera angles into the resulting model. Existing methods provide high accuracy of the created model for research objects at both the micro and macro levels. However, these methods are either highly specialized, that is, they work with objects of a certain size, or they have a high resource capacity for a wide range of acceptable scales. The use of artificial neural network apparatus will reduce the computational load when combining several point clouds. This article analyzes the possible methods for creating a three-dimensional model and determines the direction of a further search for ways to reduce resource costs when 3D model is created.

Keywords: three dimensional scanning, 3D-model, point cloud, multi-angle scanning, registration, scanning method, neural networks

В настоящее время все большую популярность набирают технологии 3D-печати. По данным сайта tadviser.ru в 2016 г. глобальные продажи 3D-принтеров, а также материалов, программного обеспечения и сервисов для этого оборудования составили $13,2 млрд. Эксперты предсказали ему двукратный рост к 2020 г. Согласно материалам различных интернет-ресурсов рынок 3D-сканеров должен достичь отметки приблизительно в $5 млрд в 2020 г. и показать темпы роста годовой прибыли около 12%.

На текущий момент трехмерное сканирование применяется в промышленности в задачах виртуального испытания предлагаемых конструкций и для составления документации по существующим объектам. В медицине в целом и в стоматологии в частности трехмерное сканирование облегчает протезирование. В архитектуре, строительстве и археологии с помощью данной технологии получают точные копии имеющихся объектов, что позволяет проводить ремонт и реставрацию в случае отсутствия официальной документации. А также задача распознавания образов, которая применима как в военной сфере для обнаружения техники противника, так и в повседневной жизни в активно разрабатываемых в данный момент автопилотах и системах идентификации по лицу [1]. И это далеко не все возможные сферы применения.

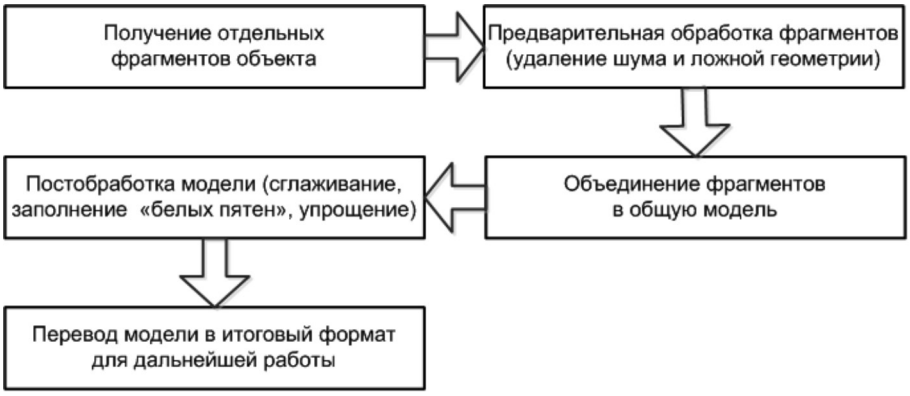


Рис. 1. Этапы составления единой трехмерной модели [1]

Характеристика процесса формирования модели

Основная сложность процесса сканирования заключается в том, что любой объект, как микро-, так и макроуровня, невозможно полностью отсканировать с одного ракурса. Результатом сканирования, проведенного с одного ракурса, является набор координат поверхности объекта относительно сканирующего устройства, однако итогом сканирования объекта должна выступать единая модель, для получения которой проводится слияние облаков точек, полученных с разных ракурсов, в единое облако, которое в результате триангуляции станет трехмерной моделью. Процесс слияния – сложная и ресурсоемкая математическая задача. Разработано множество методик сканирования, позволяющих снизить вычислительную сложность операции слияния.

В зависимости от типа задачи используется наиболее подходящая методика сканирования. При сканировании печатных плат используется подход со статичным положением высокоточных сканирующих модулей, покрывающих все возможные варианты взаимного расположения элементов на плате. Для сканирования макрообъектов могут использоваться методики, базирующиеся на системе маркеров и меток, позволяющих однозначно расположить результаты проведенного из разных точек пространства сканирования относительно друг друга.

Составление единой трехмерной модели на основе данных многоракурсного сканирования происходит в несколько этапов (рис. 1).

На первом этапе необходимо получить все фрагменты, которые будут участвовать в последующем объединении. Следующим шагом идет очистка данных от шума и побочной геометрии, к которой относятся лишние объекты либо элементы конструкции сканера. Этот шаг может выполняться как вручную, так и автоматически с помощью специальных алгоритмов. Третьим, и самым объемным, этапом является объединение облаков точек в единую модель. В зависимости от конструкции сканера решение данной задачи может быть обособленным либо использовать некоторую информацию, генерируемую в процессе сканирования. После слияния всех облаков точек в одно облако модель нуждается в постобработке. Заключаться такая обработка может как в сглаживании части точек на границах склейки, так и в закрытии «белых пятен» на скане различными интерполяционными методами. На последнем этапе итоговая 3D-модель конвертируется в необходимый формат, например STL, OBJ или COLLADA. Перечисленные форматы являются наиболее распространенными. Как следствие, представление итоговой 3D-модели с помощью одного из таких форматов позволяет утверждать, что модель будет прочитана практически любым программным обеспечением, связанным с трехмерной графикой.

Проблема полноты покрытия сканируемого пространства возникает во всех областях задачи сканирования. При увеличении сложности сканируемого объекта количество необходимых ракурсов съемки многократно увеличивается. Для полноценного воспроизведения объекта простой геометрической формы достаточно провести сканирование с нескольких ракурсов, однако если речь идет о сложном объекте с большим количеством деталей, то этого уже будет недостаточно. Рассмотрим упоминавшийся ранее пример с печатными платами. Чтобы всесторонне изучить плату с единственным элементом на ней и не пропустить никаких деталей, необходимо настроить сканер таким образом, чтобы съемка осуществлялась с четырех основных направлений, что обуслов-

лено формой и расположением контактов элементов, монтируемых на печатные платы. Однако если рассматривать более сложные конструкции, то появляется проблема, что крупные элементы, расположенные на плате, могут частично или полностью заслонять от сканирующего устройства более мелкие элементы. Кроме того, с высокой точностью можно сканировать лишь относительно небольшие участки поверхности из-за ограниченной чувствительности аппаратных решений. Это приводит к необходимости проводить сканирование каждого элемента на плате с нескольких ракурсов, что, принимая во внимание количество элементов, значительно увеличивает количество сканов.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее трудоемким и ресурсозатратным этапом при создании единого облака точек на основе данных многоракурсного трехмерного сканирования является совмещение нескольких сканов в единую модель.

Актуальность и цель исследования

В связи с активным расширением потребности рынка в технологии трехмерного сканирования возникает необходимость совершенствования технологии в аспекте доступности и быстродействия. Трехмерное сканирование уже значительно повысило качество контроля выхода годных деталей на конвейерах, упростило жизнь дизайнерам и позволило сделать первые шаги к действующим системам автопилотирования. В то же время решение ряда весьма важных задач, обрабатываемых существующими разработками, может быть значительно упрощено благодаря повышению эффективности применяемого инструментария.

Цель статьи: анализ существующих методов совмещения нескольких облаков точек и определение подходов к формированию единой модели, а также определение задач дальнейшего исследования.

Метод контактного сканирования

Самым точным и при этом самым старым является метод контактного сканирования [2]. Суть метода заключается в проведении по всей поверхности изучаемого объекта специальным сенсорным датчиком, который в зависимости от своего положения передает данные о контуре предмета. Самые первые устройства подобного типа нуждались в нанесении специальной маркерной сетки на объект, как показано на рис. 2. Расстояние между маркерами определялось типом рельефа: на изогнутых поверхностях маркеры расставлялись наиболее часто, а на ровных участках максимально отдалялись друг от друга. В более поздних моделях, в том числе – применяемых сейчас, необходимость использования маркерной сетки нивелировалась. По своей сути, данный метод не объединяет облака точек как таковые, а постоянно добавляет по одной точке в уже существующее облако [3].

Рис. 2. Процесс контактного сканирования

Основным недостатком метода контактного сканирования является необходимость точного проведения датчиком по всей поверхности изучаемого объекта. В случае относительно небольших предметов это не является проблемой. В то же время при необходимости отсканировать поверхность какого-либо крупного объекта (например, автомобиля) такое сканирование может занять длительное время. Помимо этого недостатка выделяют еще необходимость постоянного контакта с изучаемым предметом, что может негативно сказаться на археологических находках. Глобальным достоинством данного метода является отсутствие требования к освещению и текстуре объекта.

Из-за перечисленных недостатков метод контактного сканирования в настоящее время имеет очень ограниченную сферу использования. Наиболее востребован он в тех областях, где требуется абсолютная точность. Например, проверка стыкуемых поверхностей в авиации и космической отрасли, а также в процессе изготовления больших интегральных схем.

Все прочие технологии трехмерного сканирования, так или иначе, основаны на оптике, что неминуемо влечет за собой зависимость работы этих методов от освещения и текстуры объекта исследования. К оптическим системам сканирования относят, например, системы, работающие с лазерными дальномерами. В таких системах замеряется время между испусканием лазерного пучка и приемом его дефлектором. К оптическим системам относятся также фотограмметрические системы, использующие стереосъ-

емку несколькими камерами, и системы с лазерной или светодиодной подсветкой, которые благодаря проекции простейших примитивов на объект могут определить расстояние по зафиксированному контуру. В дальнейшем при рассмотрении технологий совмещения нескольких облаков точек в единую трехмерную модель особое внимание будет уделено технологии совмещения, а не получения исходных данных.

Совмещение с применением геолокации

Наиболее «непопулярным» методом на данный момент является совмещение облаков точек по геолокации, изображенное на рис. 3.

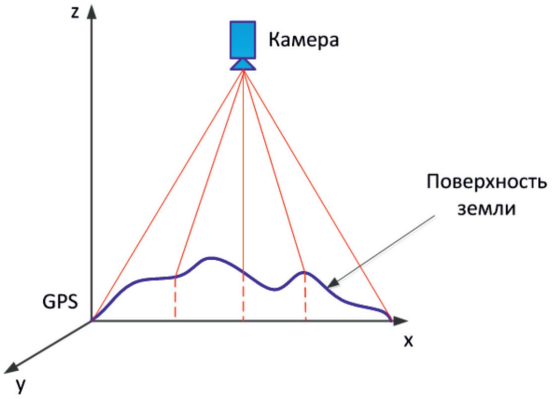


Рис. 3. Схема сканирования с применением геолокации

Сама по себе идея выглядит очень привлекательно, так как, зная положение сканирующего устройства в пространстве, для сборки единой трехмерной модели было бы необходимо лишь сместить матрицу координат облака точек на вычисленные координаты (X;Y;Z) и повернуть относительно начала координат в соответствии с показаниями встроенного компаса. Ключевой проблемой стала точность геолокации: нет никакого смысла в сканировании, проводимом с точностью до миллиметров, если способ совмещения дает погрешность в пару метров в лучшем случае. При этом имеются проблемы с определением высоты, что тоже вносит свои корректировки, отсутствием сигнала в подвальных помещениях и серьезными помехами в крупных городах.

Несмотря на перечисленные недостатки, нельзя сказать, что геолокация абсолютно игнорируется современными методами совмещения нескольких облаков точек. Чаще всего она используется как вспомогательный инструмент для ориентировочного сопоставления данных, после чего запускаются более точные и эффективные, однако и более ресурсоемкие, методы.

Совмещение по совокупности положений сканера

Метод, осуществляющий сборку модели по строго заданной очередности прохода состояний и расстояний между ними, во многом напоминает метод контактного сканирования с маркерной сеткой, совмещенный с использованием данных геолокации. Так же как и при использовании геолокации, используются данные сканирования в строго определенных точках и информация о положении сканирующего устройства в момент получения данных. Бесспорным достоинством данного метода является время его работы. Итоговое облако создается в процессе сканирования без дополнительных затрат на совмещение, но это справедливо только для объектов простой формы и с размерами, не превышающими габариты установки.

Подобный алгоритм применяется в сканерах объектов с поворотным столом (рис. 4) либо системой перемещения по координатной сетке. В первом типе сканеров совмещение возможно благодаря строго заданному углу поворота стола, диктуемому режимом сканирования. Каждый последующий срез контура добавляется в облако с поворотом стола относительно предыдущего положения на угол δ, задаваемый алгоритмом работы в зависимости от точности, выбранной пользователем при начале сканирования. В сканерах, работающих с координатной сеткой, применяется перемещение сканирующего модуля по штангам с шагами, заданными пользователем. Данные технологии накладывают ограничение на размер сканируемых предметов, так как объект большего размера, чем установка, просто невозможно будет установить на платформу для исследования.

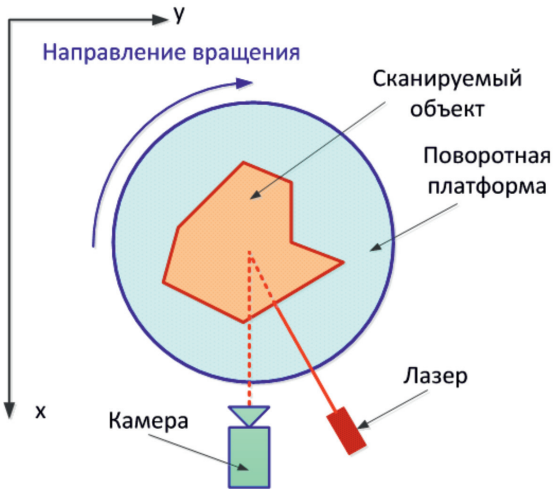


Рис. 4. Схема сканирования с использованием поворотного стола

В случае совпадения размеров сканируемого предмета и возможностей установки тоже могут возникнуть некоторые трудности. В частности, хоть точность шаговых двигателей и червячных механизмов гораздо выше, чем определение положения по геолокации, они обладают погрешностью, которая для данных механизмов накапливается на сотые доли процента от размера шага. Это вносит серьезную погрешность и может быть устранено только при проходе калибровочных отметок, что было выяснено при проведении собственного натурного эксперимента. Следовательно, при желании получить максимально точную модель объекта следует выбрать минимально возможный шаг сдвига механизма. Однако это приводит к увеличению количества шагов и, как следствие, к уменьшению соответствия размера шага заявленному значению.

Оптимально метод, осуществляющий сборку модели на основе строго заданной очередности прохода состояний и расстояний между ними, целесообразно использовать в задачах, не требующих высокой точности. К таким задачам можно отнести, например, перенос реальных объектов в виртуальную реальность в сфере развлечений, поскольку никакого особого влияния на результат небольшое несоответствие модели реальному объекту не повлечет. В задачах же, имеющих высокие требования к достоверности объекта, данный метод допустим к использованию, но лишь с условием последующей дополнительной обработки одним из более точных алгоритмов совмещения.

Совмещение по маркерам

Наиболее быструю сборку единой трехмерной модели на основе данных многоракурсного сканирования обеспечивает метод совмещения облаков точек по маркерам. В основе данного метода лежит предварительное расположение маркеров на объекте исследования, которые будут выступать в качестве опорных объектов. Простановка трех маркеров в области видимости двух устройств позволяет однозначно идентифицировать взаимное расположение сканирующих модулей относительно друг друга. Кроме того, несомненным достоинством данного метода является то, что размер маркера может изменяться в зависимости от задачи. Для работы с ландшафтом это могут быть крупные объекты специфической формы либо мощные излучатели. Для работы с микрообъектами маркер может представлять собой микроскопический элемент заданных форм, цветов, размеров. После снятия данных со всех ракурсов сканирования останется только вычислить положение начала координат для каждого облака точек относительно системы маркеров и путем сравнительно простых математических преобразований осуществить поворот осей координат и сдвиг по ним [4]. Сравнительно простыми эти математические преобразования являются не в силу вычислительной сложности, а скорее, по причине небольшого объема данных, к которому их необходимо будет применить.

С точки зрения совмещения нескольких облаков точек метод с маркерами, схема которого представлена на рис. 5, представляется идеальным, однако существует несколько аспектов, которые делают перечисленные достоинства не столь значительными.

Во-первых, необходимость размещения маркеров на объекте. Метки на объекте должны располагаться таким образом, чтобы в области видимости сканера постоянно находилось как минимум три маркера.

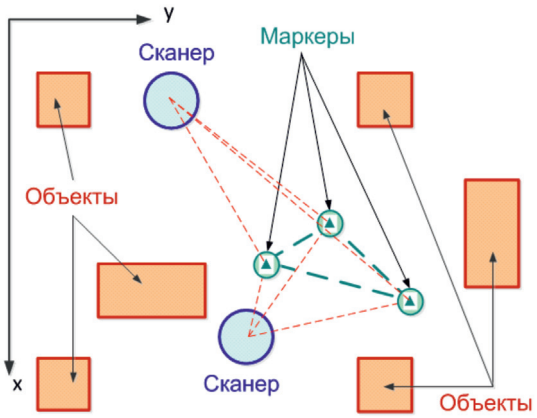


Рис. 5. Схема сканирования при использовании маркеров

Это накладывает ограничение как на размещение маркеров на объекте, так и на допустимые положения сканирующего модуля относительно объекта. Возможным выходом могло бы стать размещение неограниченного количества меток на всей поверхности предмета исследования, однако подобное решение приведет к уменьшению читаемости маркеров и усложнению расчета их взаимного расположения. Во-вторых, серьезной проблемой становится конструкция меток. Маркер должен заметно выделяться на объекте для фиксации сканирующим устройством. Применение навесных предметов определенной формы порождает проблему их крепления и распознавания. Чтобы распознать предмет определенной

формы, необходимо сначала провести триангуляцию облака точек, а затем уже в полученной триангуляционной модели осуществлять поиск примитивов, что существенно повышает сложность вычислений. Маркеры в виде источников излучения могут «зашумлять» картину. Избежать этого можно, производя съемку с маркерами отдельно во включенном состоянии и отдельно – в выключенном, но это приведет к значительному увеличению объема информации. Третий вариант маркеров – использование объектов яркого контрастного цвета. Единственным недостатком подобного подхода может стать невозможность его использования для систем трехмерного сканирования, не содержащих в своем составе полихромную камеру.

Метод идентификации положения устройства относительно объекта по маркерам является одним из приоритетных для данной области, однако необходимость предварительной простановки меток существенно снижает его достоинства.

Совмещение по опорным объектам

Последним из рассматриваемых методов совмещения нескольких облаков точек в единую трехмерную модель является метод алгоритмического совмещения по опорным объектам, схема которого представлена на рис. 6.

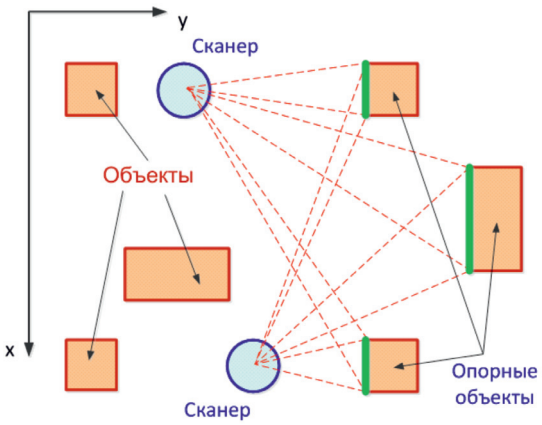


Рис. 6. Схема сканирования с определением опорных объектов

Данный метод работает схожим образом с упоминавшейся модификацией метода, использующего маркеры определенной формы, только форма предмета-метки заранее неизвестна. Форма опорных объектов выбирается в зависимости от конфигурации контуров объекта исследования. Так, например, при сканировании какого-либо помещения в здании в качестве опорных объектов могут использоваться оконные и дверные проемы. При сканировании местности с растущими поблизости деревьями, выступающими в качестве опорных объектов, форма опорного объекта принимается за цилиндр, для того, чтобы не учитывать геометрию каждого отдельно взятого дерева [5]. Поскольку расположение этих объектов относительно сканирующего модуля однозначно характеризует его местоположение, они выступают в качестве маркеров естественного происхождения.

К недостаткам данного метода относится в первую очередь необходимость проведения предварительной триангуляции облака точек для поиска опорных объектов. Таким образом, вместо однократного вычисления триангуляционной модели, объем вычислений вырастает в $N * k$ раз, где N – количество облаков точек для совмещения, k – отношение количества точек в облаке к общему количеству точек в итоговой модели. Во-вторых, следует обратить внимание на необходимость задания формы опорных объектов в зависимости от типа сканируемого объекта. Нельзя сказать, что это весьма серьезный недостаток, однако в ситуации, когда в сканируемом пространстве будут располагаться два цилиндрических объекта и один кубический объект, такая постановка вопроса может привести к некорректной работе метода. В-третьих, общая вычислительная сложность метода является достаточно высокой как в области поиска опорных объектов, так и в области последующего сравнения произвольных точек с целью определения корректности проведенного слияния.

Сравнительный анализ методов совмещения облаков точек

Для проведения сравнительного анализа методов совмещения нескольких облаков точек в одно необходимо определить критерии сравнения. Основным критерием для трехмерного сканирования является точность получаемой модели. Чуть менее важным пунктом является скорость совмещения облаков точек, так как в большинстве задач время обработки не играет ключевой роли. Помимо этого необходимо рассмотреть наличие необходимости предварительной подготовки к сканированию, что в ряде случаев может вызвать трудности, и диапазон допустимых к сканированию масштабов объектов. Метод совмещения облаков точек на основе определения опорных объектов дает наибольшую свободу пользователю в области выбора объекта исследования и общей гибкости алгоритма, что отражено в таблице.

Сравнительный анализ методов совмещения облаков точек

	Высокая точность	Отсутствует подготовка к сканированию	Быстрый процесс совмещения	Сканирование макрообъектов	Сканирование микрообъектов
Контактное сканирование	+	+	+	–	+
Использование геолокации	–	+	–	+	–
Сканирование с фиксированным шагом	+	–	–	+/–	+/–
Совмещение по маркерам	+	–	+	+	+/–
Определение опорных объектов	+	+	–	+	+/–

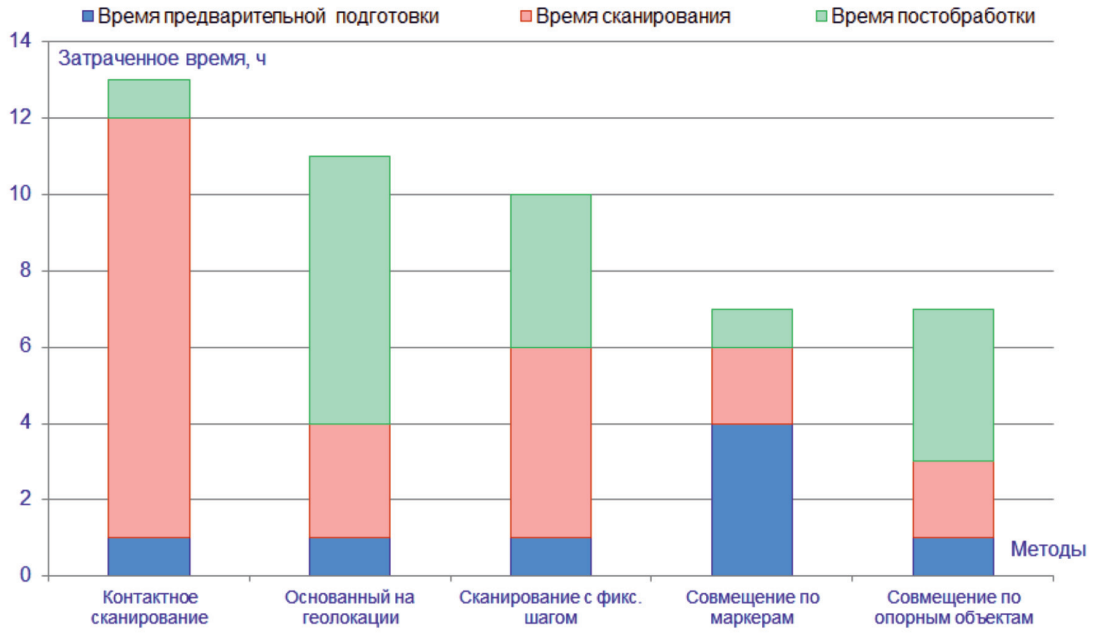


Рис. 7. Сравнение времени создания единой трехмерной модели

Интересным представляется сопоставление временных затрат на реализацию различных методов, причем этапы в различных методах имеют также различную продолжительность (рис. 7).

Обобщая результаты проведенного анализа, необходимо отметить общую проблему всех рассмотренных методов и трехмерного сканирования в целом. Проблема заключается в возникновении так называемых «белых пятен» на итоговой модели. Их появление обусловлено тем, что объекты при сканировании с определенных ракурсов могут либо закрывать друг друга от сканера, либо, в силу своей сложной формы, загораживать некоторыми собственными элементами часть себя от сканера. Следовательно, на итоговой модели при достаточно равномерном распределении точек могут образовываться области либо не содержащие ни одной точки, либо содержащие слишком малое количество точек для достоверного воспроизведения объекта.

Наименьшие сложности вызывает эта проблема при использовании метода, работающего с маркерами, так как для ее решения нужно будет лишь снять еще одно облако точек с подходящей позиции. Учитывая наименьшую вычислительную сложность метода, что отражено на рис. 7 в качестве времени постобработки, сложность может возникнуть только в случае невидимости установленных меток с нового ракурса. Решается это добавлением маркеров в области видимости и пересъемкой сканов с соседних положений.

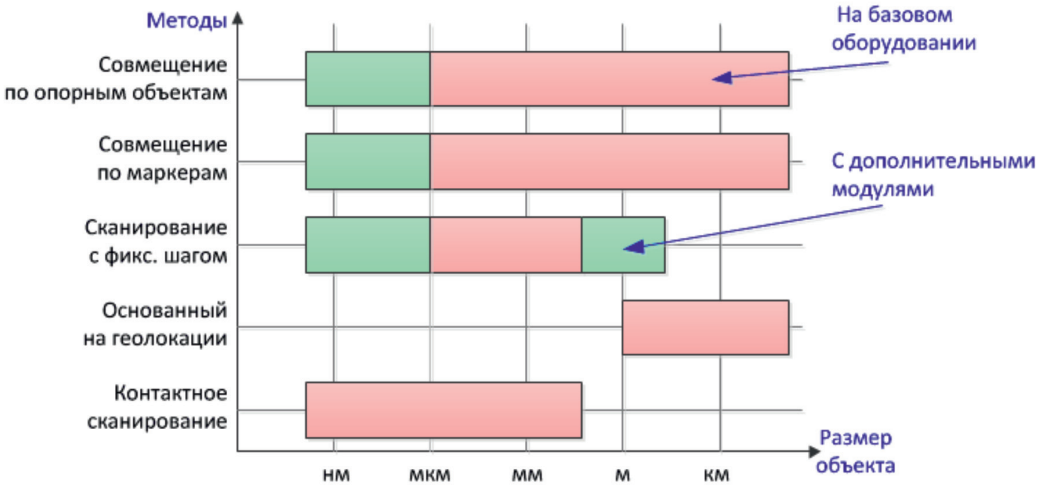


Рис. 8. Сравнение предельных размеров объектов сканирования

Кроме того, методы опорных объектов и совмещения по маркерам являются наиболее универсальными, так как могут работать не только на макрообъектах, но и на микроуровне при условии наличия мощной оптики. Результат сопоставления методов по предельным размерам объектов сканирования приведен на рис. 8.

Направления последующего исследования

Со временем многие объекты понемногу разрушаются. С каждым годом по всему миру приходит в негодность все больше памятников архитектуры и обычных жилых домов [6]. Развиваются технологии трехмерной печати биологическими материалами. Каждое развивающееся производство стремится обзавестись отделами прототипирования, владеющими технологиями трехмерного сканирования и печати. А все ресурсы, посвященные досугу, пестрят заголовками о разработке проектов, обеспечивающих полное погружение в виртуальную реальность. Все эти факторы стимулируют развитие и прогресс методов формирования единой трехмерной модели объекта на основе данных многоракурсного сканирования. Основной упор при разработке новых методов следует сделать на унификацию существующих решений, сокращение времени и ресурсоемкости проведения сканирования.

Направлением дальнейшего развития методов совмещения нескольких облаков точек в единую 3D-модель целесообразно принять разработку эффективных алгоритмов поиска опорных объектов на основе использования искусственных нейронных сетей. Такой подход обеспечит возможность определения опорных объектов на более раннем этапе по сравнению с действующими аналогами. Подобные алгоритмы позволят значительно сократить вычислительную сложность операции совмещения облаков точек и минимизировать участие оператора. В рамках исследований по реализации этого подхода необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующие методы совмещения нескольких облаков точек в единую модель.
2. Разработать и проанализировать архитектуры нейронных сетей, характерных для задач распознавания образов.
3. Сформировать алгоритм и методику нахождения опорных объектов в исходных данных на базе искусственных нейронных сетей.
4. Проанализировать преимущества новой методики по сравнению с существующими.

Выводы

1. На основании проведенного анализа методов решения проблем совмещения нескольких облаков точек в одно и их недостатков наиболее универсальным следует признать метод совмещения на основе определения опорных объектов.

2. В качестве основного недостатка метода совмещения облаков точек через определение опорных объектов выделена высокая вычислительная сложность и чувствительность к выбору геометрических примитивов, фигурирующих в качестве опорных объектов. Высокая загрузка вычислительных ресурсов обусловливает несовершенство существующих методов и требует поиска путей сокращения этой нагрузки.

3. Сформулированы цели и задачи на последующее исследование, направленное на совершенствование методов получения единой 3D-модели на основе использования искусственных нейронных сетей. Предполагается, что совершенствование алгоритмов обработки результатов сканирования позволит снизить степень влияния недостатков методов построения единой 3D-модели.

Список литературы

1. Овечкин Р.М., Финогеев А.Г. Синтез трехмерных объектов на основе технологий светового и ультразвукового сканирования // Тр. Межд. симпозиума «Надежность и качество». Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2010. Т. 1. С. 20–22.

2. Жулев Е.Н., Ершов П.Э. Методика контактного 3D сканирования окклюзионной поверхности зубных рядов // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2007. Т. 15. № 2. С. 87–90.

3. Вавулин М., Зайцева О., Пушкарев А. Методика и практика 3D сканирования разнотипных археологических артефактов // Сибирские исторические исследования. 2014. № 4. С. 21–37.

4. Цапко И.В., Цапко С.Г. Алгоритмы и методы обработки информации в задачах трехмерного сканирования объектов // Известия Томского политехнического университета. 2010. № 5. С. 134–140.

5. Киямов И.К., Мингазов Р.Х., Музафаров А.Ф., Ибрагимов Р.А., Сибгатуллин А.А. Технология лазерного сканирования в 3D проектировании // Экспозиция Нефть Газ. 2013. № 7. С. 41–43.

6. Овчаренко А.В., Медведев О.А. Методика оперативного определения степени деформированности сооружений на основе 3D-сканирования // Технологии гражданской безопасности. 2015. Т. 12. № 2 (44). С. 54–59.

УДК 004.421:519.63

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ В ДИФФУЗИОННОМ СЛОЕ ДЛЯ МЕМБРАННЫХ СИСТЕМ В ГАЛЬВАНОДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

[1]Чубырь Н.О., [2]Уртенов М.Х., [2]Коваленко А.В., [3]Узденова А.М.

[1]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: chubyr-natalja@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: savanna@mail.ru;

[3]ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева», Карачаевск, e-mail: uzd_am@mail.ru

Электромембранные системы функционируют либо в потенциодинамическом режиме, когда задается скачок потенциала в системе, или в гальванодинамическом режиме, когда задается плотность тока. Для моделирования переноса в потенциодинамическом режиме используется система уравнений Нернста – Планка совместно с уравнением Пуассона для вычисления потенциала. В предыдущих работах были предложены формула и алгоритм вычисления вольт-амперной характеристики (ВАХ) в потенциодинамическом режиме, устойчивый относительно ошибок округления, рассчитаны ВАХ и проведено сравнение с некоторыми экспериментальными ВАХ, снятыми в потенциодинамическом режиме. Однако большинство экспериментальных ВАХ измерено для гальванодинамического режима, для которого в настоящее время нет математической модели переноса и, соответственно, алгоритма расчета ВАХ. Таким образом, появляется проблема вывода уравнений и краевых условий, для моделирования переноса произвольной соли в диффузионном слое в гальванодинамическом режиме и алгоритма расчета ВАХ. Решению этих проблем посвящена данная работа. В работе выведено новое уравнение для плотности тока, которое совместно с уравнениями Нернста – Планка и известной формулой для напряженности электрического поля позволяет построить математическую модель и алгоритм расчета вольт-амперной характеристики в диффузионном слое возле ионообменной мембраны для одномерного нестационарного переноса произвольной соли в гальванодинамическом режиме. Показано, что для бинарной соли полученные уравнения значительно упрощаются.

Ключевые слова: вольт-амперная характеристика, диффузионный слой, мембранная система, ионообменная мембрана, электродиализ, математическая модель, уравнение Нернста – Планка – Пуассона

THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS IN THE DIFFUSION LAYER FOR THE MEMBRANE SYSTEMS IN GALVANOCHEMICAL MODE

[1]Chubyr N.O., [2]Urtenov M.Kh., [2]Kovalenko A.V., [3]Uzdenova A.M.

[1]Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: chubyr-natalja@mail.ru;

[2]Kuban State University, Krasnodar, e-mail: savanna@mail.ru;

[3]Karachay-Cherkess State University, Karachayevsk, e-mail: uzd_am@mail.ru

Electromembrane systems operate either in the potentiodynamic mode, when a potential jump is set in the system or in the galvanodynamic mode, when the current density is set. The system of Nernst-Planck equations together with the Poisson equation for calculating the potential is used to model the transport in the potentiodynamic mode. In [] was being proposed was the formula and the algorithm to calculate the current-voltage characteristics (CVC) in potentiodynamic mode stable with respect to rounding errors, the calculated CVC and were compared with some experimental CVC shot in the potentiometric mode. However, most of the experimental CVC is measured for the galvanodynamic regime, for which there is currently no mathematical model of transport and, accordingly, the algorithm for calculating CVC. Thus, there is a problem of derivation of equations and boundary conditions for modeling the transfer of an arbitrary salt in the diffusion layer in the galvanodynamic mode and the algorithm for calculating the CVC. This work is devoted to solving these problems. The paper presents a new equation for the current density, which together with the Nernst-Planck equations and the well-known formula for the electric field strength allows us to construct a mathematical model and an algorithm for calculating the current-voltage characteristic in the diffusion layer near the ion-exchange membrane for one-dimensional unsteady transfer of an arbitrary salt in the galvanodynamic regime. It is shown that the equations obtained for the binary salt are significantly simplified.

Keywords: voltampere characteristic, diffusion layer, membrane system, ion exchange membrane, electrodialysis, mathematical model, Nernst – Planck – Poisson equation

Электромембранные технологии в настоящее время считаются критически важными технологиями. Они используются для решения таких актуальных проблем, как создание безотходных технологий, включая очистку сточных вод, например, гальванического производства, содержащих ионы тяжелых металлов (цинк, свинец, кадмий и др.) [1]. Важнейшей проблемой являяется очиска воды от радиоактивных изотопов. Электромембранные технологии могут быть использованы для дезактивации воды, если радиоактивные вещества находятся в ней в растворенном состоянии в виде ионов, например для дезактивации слабоминерализованных сбросных вод

ядерных реакторов, воды контурного охлождения. При этом требуется ее глубокое обессоливание. Одной из наиболее важных интегральных характеристик переноса ионов соли в мембранных системах является вольт-амперная характеристика (ВАХ), которая применяется при разработке оптимальной конструкции и выборе технологического режима работы, оценке соответствия теоретических и экспериментальных ВАХ [2, 3]. Именно используя ВАХ, вводятся фундаментальные понятия таких критических плотностей токов, как предельная, экзальтационная и Харкаца, и так далее [1]. В работе выведено новое уравнение, заменяющее уравнение Пуассона, позволяющее построить математическую модель переноса и алгоритм расчета вольт-амперной характеристики для произвольной соли в гальванодинамическом режиме. Статья является продолжением и обобщением результатов работы [4] на общий случай произвольной соли.

Рассмотрим отдающий диффузионый слой (ДС). Пусть H – ширина диффузионного слоя, $x = 0$ соответствует глубине раствора, где выполняется условие локальной электронейтральности, а $x = H$ – границе ионообменная мембрана/раствор.

Перенос ионов произвольной соли в ДС в потенциодинамическом режиме, описывается уравнениями [2, 4]:

$$j_i = \frac{F}{RT} z_i D_i C_i E - D_i \frac{dC_i}{dx}, i = 1,...,n, \quad (1)$$

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -\frac{d}{dx} j_i, i = 1,...,n, \quad (2)$$

$$\varepsilon \frac{d}{dx} E = F \sum_{i=1}^{n} z_i C_i, \quad (3)$$

$$I = F \sum_{i=1}^{n} z_i j_i, \quad (4)$$

где $E = -\frac{\partial}{\partial x}\varphi$.

В связи с тем, что уравнение Пуассона (3) позволяет вычислить значение потенциала, то (1)–(3) используется для моделирования переноса в потенциодинамическом режиме [2]. Нашей целью является вывод дифференциального уравнения для плотности тока, которая должна заменить уравнение (3), формулы и алгоритма расчета ВАХ.

Материалы и методы исследования

Путем тождественных преобразований из (1)–(4) выводятся:

1) формула для вычисления E, которое заменяет формулу (4) для вычисления I;

2) новое дифференциальное уравнение для I.

В итоге получаем математическую модель переноса ионов произвольной соли в гальванодинамическом режиме.

На основе этой модели разработан алгоритм численного расчета теоретической вольт-амперной характеристики. Рассмотрены упрощения, которые возможны в частных случаях стационарного переноса, а также при выполнении условия локальной электронейтральности. Показано, что в этих частных случаях уравнения совпадают с уравнениями из работ [4–6], что свидетельствует об адекватности результатов работы.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Преобразование (1)–(4)

1) Вывод формулы для вычисления I.

Из (1) и (4) имеем

$$I = F\left(\frac{F}{RT} E \sum_{i=1}^{n} z_i^2 D_i C_i - \frac{d}{dx} \sum_{i=1}^{n} z_i D_i C_i\right),$$

следовательно (см. [2]):

$$E = \frac{RT}{F^2 \sum_{i=1}^{n} z_i^2 D_i C_i} I + \frac{RT}{F \sum_{i=1}^{n} z_i^2 D_i C_i} \sum_{i=1}^{n} z_i D_i \frac{d}{dx} C_i. \quad (5)$$

Обозначим

$$\chi(C) = \frac{F^2}{RT} \sum_{i=1}^{n} z_i^2 D_i C_i, \; R_{\text{Ом}}(C) = 1/\chi(C),$$

тогда получим

$$E = R_{\text{Ом}}(C) I + F R_{\text{Ом}}(C) \sum_{i=1}^{n} z_i D_i \frac{d}{dx} C_i. \quad (6)$$

Заметим, что $R_{\text{Ом}}(C)$ проводимость раствора [2].

2) Вывод нового дифференциального уравнения для I.

Подставим (6) в уравнение Пуассона (3), тогда получим уравнение для плотности тока I:

$$\varepsilon \frac{d}{dx}\left(R_{\text{Ом}}(C) I + F R_{\text{Ом}}(C) \sum_{i=1}^{n} z_i D_i \frac{d}{dx} C_i\right) = F \sum_{i=1}^{n} z_i C_i$$

или

$$\varepsilon \frac{d}{dx}\left(R_{\text{Ом}}(C) I\right) + \varepsilon F \frac{d}{dx}\left(R_{\text{Ом}}(C) \sum_{i=1}^{n} z_i D_i \frac{d}{dx} C_i\right) = F \sum_{i=1}^{n} z_i C_i$$

или

$$\varepsilon\frac{d}{dx}(R_{\text{Ом}}(C)I)=-\varepsilon F\frac{d}{dx}\left(R_{\text{Ом}}(C)\sum_{i=1}^{n}z_iD_i\frac{d}{dx}C_i\right)+F\sum_{i=1}^{n}z_iC_i. \quad (7)$$

3) Преобразование уравнений (1), (2).

Дифференцируем (1) по x и получим

$$\frac{\partial}{\partial x}j_i=\frac{F}{RT}z_iD_i\frac{\partial}{\partial x}(C_iE)-D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial x^2},i=1,...,n,$$

$$-\frac{\partial}{\partial t}C_i=\frac{F}{RTx}z_iD_i\frac{\partial}{\partial}(C_iE)\frac{}{x}-D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial^{\ 2}},i=1,...,n,$$

$$\frac{\partial}{\partial t}C_i=D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial x^2}-\frac{F}{RT}z_iD_i\frac{\partial}{\partial x}(C_iE),i=1,...,n,$$

$$\frac{\partial}{\partial t}C_i=D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial x^2}-\frac{F}{RT}z_iD_iE\frac{\partial C_i}{\partial x}-\frac{F}{RT}z_iD_iC_i\frac{\partial}{\partial x}E,i=1,...,n.$$

Заменим $\frac{\partial}{\partial x}E$ исходя из (3):

$$\frac{\partial}{\partial t}C_i=D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial x^2}-\frac{F}{RT}z_iD_iE\frac{\partial C_i}{\partial x}-\frac{F^2}{\varepsilon RT}z_iD_iC_i\sum_{i=1}^{n}z_iC_i,i=1,...,n$$

или

$$\varepsilon\frac{\partial}{\partial t}C_i=\varepsilon D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial x^2}-\varepsilon\frac{F}{RT}z_iD_iE\frac{\partial C_i}{\partial x}-\frac{F^2}{RT}z_iD_iC_i\sum_{i=1}^{n}z_iC_i,i=1,...,n$$

Откуда

$$\varepsilon\frac{\partial}{\partial t}C_i=\varepsilon D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial x^2}-\varepsilon\frac{F}{RT}z_iD_iE\frac{\partial C_i}{\partial x}-\frac{F^2}{RT}z_iD_iC_i\sum_{i=1}^{n}z_iC_i,i=1,...,n \quad (8)$$

или

$$\varepsilon\frac{\partial}{\partial t}C_i=\varepsilon D_i\frac{\partial^2C_i}{\partial x^2}-\varepsilon\frac{F}{RT}z_iD_i\left(R_{\text{Ом}}(C)I+FR_{\text{Ом}}(C)\sum_{i=1}^{n}z_iD_i\frac{d}{dx}C_i\right)\frac{\partial C_i}{\partial x}-$$

$$-\frac{F^2}{RT}z_iD_iC_i\sum_{i=1}^{n}z_iC_i,i=1,...,n. \quad (9)$$

Уравнение (9) – это нелинейное параболического типа дифференциальное уравнение для парциальных концентраций C_i, зависящее еще и от плотности тока I.

В итоге получили систему уравнений (7), (8), (9) для C_i, j_i, $i = 1,..., n$, I. Она позволяет вместе с соответствующими краевыми условиями однозначно определить C_i, j_i, $i = 1,..., n$, I и являются математической моделью переноса произвольной соли в гальванодинамическом режиме.

4) Алгоритм расчёта ВАХ.

а) Задается некоторый темп роста α функции $I(t, H)$, начиная с некоторого значения I_0: $I(t,H)=I_0+\alpha\cdot t$.

б) Решается (7), (8) с соответствующими граничными условиями и $I(t, x)$ и C_i, $i = 1,..., n$.

в) Рассчитывается E по формуле (6).

г) Находится скачок потенциала по формуле $\Delta\varphi=-\int_0^h E(t,s,I(t,s))ds$.

2. Упрощение модели в стационарном случае

Рассмотрим стационарный перенос произвольной соли в гальваностатическом режиме. В этом случае потоки постоянны:

$$0=-\frac{\partial}{\partial x}j_i,i=1,...,n,$$

$$j_i = \text{const}, i = 1,...,n,$$

$$I = F\sum_{i=1}^{n} z_i j_i = \text{const}$$

поэтому алгоритм рсчета ВАХ становится проще.

Алгоритм расчета ВАХ

а) Задается набор значений I_l, $l = 1,..., m$.

б) Решается уравнение (6) с соответствующими краевыми условиями и $I = I_l$, находятся C_i, $i = 1,..., n$.

в) Определяем E:

$$E = R_{\text{Ом}}(C)I + FR_{\text{Ом}}(C)\sum_{i=1}^{n} z_i D_i \frac{d}{dx}C_i.$$

г) Определяем скачок потенциала по формуле $\Delta\varphi_l = -\int_0^h E(s, I_l)ds.$

Набор $(\Delta\varphi_l, I_l), l = 1,...,m$ представляет собой вольт-амперную характеристику.

3. Упрощение модели при выполнении условия электронейтральности $\sum_{i=1}^{n} z_i C_i = 0$

Прт выполнения условия $\sum_{i=1}^{n} z_i C_i = 0$ уравнения (1), (2), (6), (7) упрощается, так как I не зависит от x, хотя потоки могут зависит от x. Действительно, из (2) следует

$$0 = \frac{\partial}{\partial t}\sum_{i=1}^{n} z_i C_i = -\frac{\partial}{\partial x}\sum_{i=1}^{n} z_i j_i = -\frac{\partial}{F\partial x}I$$

или

$$\frac{\partial}{\partial x}I = 0\text{, т.е. } I = I(t)$$

где $I(t)$ задается.

Кроме того, соотношение $\sum_{i=1}^{n} z_i C_i = 0$ позволяет найти одну из концентраций если известны $n-1$ концентрации, например если известны C_i, $i = 1,..., n-1$, то $C_n = -\frac{1}{z_n}\sum_{i=1}^{n-1} z_i C_i$. Следовательно, число уравнений для определения концентраций должно быть $n - 1$, поэтому из (6) получаем

$$\varepsilon\frac{\partial}{\partial t}C_i = \varepsilon D_i\frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} - \varepsilon\frac{F}{RT}z_i D_i E\frac{\partial C_i}{\partial x}, \quad i = 1,...,n-1, \qquad (10)$$

где E определяется по формуле (6).

Уравнение (7) выполняется тождественно.

Алгоритм расчета ВАХ

а) Задается некоторый темп роста α плотности тока $I(t)$, начиная с некоторого значения I_0: $I(t) = I_0 + \alpha\cdot t$.

б) Решается система уравнений (10) и определяется C_i, $i = 1,..., n-1$, затем вычисляется C_n по формуле $C_n = -\frac{1}{z_n}\sum_{i=1}^{n-1} z_i C_i$.

в) Рассчитывается напряженность электрического поля по формуле (6).

г) Находится скачок потенциала по формуле $\Delta\varphi = -\int_0^h E(s, I)ds.$

4. Упрощение модели п. 3 для бинарного электролита

Для бинарного электролита, можно ввести эквивалентную концентрацию C: $z_1C_1 = -z_2C_2 = C$, тогда из (10) получаем

$$\frac{\partial}{\partial t}C_i = D_i\frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} - \frac{F}{RT}z_i D_i E\frac{\partial}{\partial x}C_i \quad i = 1,2$$

или с использованием эквивалентной концентрации получим

$$\frac{\partial}{\partial t}C = D_1\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{F}{RT}z_1 D_1 E\frac{\partial}{\partial x}C,$$

$$\frac{\partial}{\partial t}C = D_2\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{F}{RT}z_2 D_2 E\frac{\partial}{\partial x}C.$$

Откуда следует

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{D_1 D_2(z_1 - z_2)}{D_1 z_1 - D_2 z_2}\frac{d^2 C}{dx^2}$$

или

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{d^2 C}{dx^2}, \qquad (11)$$

где $D = \frac{D_1 D_2(z_1 - z_2)}{D_1 z_1 - D_2 z_2}$ – коэффициент диффузии электролита [1, 2].

Вычислим

$$R_{\text{Ом}} = \frac{RT}{F^2(z_1^2 D_1 C_1 + z_2^2 D_2 C_2)} = \frac{RT}{F^2(z_1 D_1 - z_2 D_2)C},$$

$$E = R_{\text{Ом}}(C)I + R_{\text{Ом}}(C)F(D_1 - D_2)\frac{dC}{dx}$$

или

$$E = \frac{RT}{F^2(z_1 D_1 - z_2 D_2)C}I + \frac{D_1 - D_2}{F(z_1 D_1 - z_2 D_2)C}\frac{dC}{dx}. \qquad (12)$$

Вычислим j_1 и j_2 потоки. Несложно показать

$$j_1 = \frac{F}{RT} D_1 CE - \frac{D_1}{z_1} \frac{dC}{dx}, \qquad (13)$$

$$j_2 = -\frac{F}{RT} D_2 CE + \frac{D_2}{z_2} \frac{dC}{dx}. \qquad (14)$$

Алгоритм расчета ВАХ

а) Задается некоторый темп роста α плотности тока $I(t)$, начиная с некоторого значения I_0: $I(t) = I_0 + \alpha \cdot t$.

б) Из (11) находим C, и затем $C_1 = \frac{C}{z_1}$, $C_2 = -\frac{C}{z_2}$.

в) Рассчитываются потоки по формулам (13), (14).

г Рассчитывается E по формуле (12).

д) Находится скачок потенциала по формуле $\Delta\varphi = -\int_0^h E(s, I) ds$.

В работе выведено новое уравнение для плотности тока, построена математическая модель и разработан алгоритм расчета вольт-амперной характеристики для переноса произвольной соли в гальванодинамическом режиме. Для стационарного переноса или при выполнении условия локальной электронейтральности, уравнения математической модели и алгоритм расчета ВАХ существенно упрощаются. Особенно они упрощаются для бинарной соли. В этом частном случае результаты совпадают с аналогичным частным случаем математических моделей переноса бинарной соли в диффузионном слое из работы [4], что свидетельствует об адекватности предложенных в работе моделей переноса и алгоритма расчета ВАХ

Заключение

Предложенные в работе математические модели и алгоритм расчета ВАХ могут служить математическим инструментом для теоретического исследования переноса ионов произвольной соли в приборах и устройствах, использующих ионообменные мембраны.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-08-00252 А «Теоретическое и экспериментальное исследование вольт-амперных характеристик электромембранных систем».

Список литературы

1. Ньюмен Дж. Электрохимические системы. М.: Мир, 1977. 463 с.

2. Сарапулова В.В., Небавская К.А., Невакшенова Е.Е., Козмай А.Э., Письменская Н.Д., Ларше К., Систа Ф. Эволюция электрохимических характеристик мембраны AMX-SB после контакта её поверхности с красным вином // Сорбционные и зроматографические процессы. 2016. Т. 16. № 5. С. 672–685.

3. Коваленко А.В., Бостанов Р.А., Лайпанова З.М., Уртенов М.Х. Моделирование гальванодинамического режима для одномерного нестационарного переноса бинарного электролита // Фундаментальные исследования. 2015. № 12–2. С. 273–277.

4. Харкац Ю.И. О механизме возникновения запредельных токов на границе ионообменная мембрана/электролит // Электрохимия. 1985. Т. 21. № 7. С. 974–977.

5. Gil V.V., Andreeva M.A., Jansezian L., Han J., Pismenskaya N.D., Nikonenko V.V., Larchet C., Dammak L. Impact of heterogeneous cation-exchange membrane surface modification on chronopotentiometric and current-voltage characteristics in NaCl, CaCl2 and MgCl2 solutions. Electrochimica Acta. 2018. V. 281. P. 472–485. DOI: 10.1016/j.electacta.2018.05.195.

6. Чубырь Н.О., Коваленко А.В., Уртенов М.А.Х. Численные и асимптотические методы анализа переноса 1:1 электролита в мембранных системах. Краснодар, 2018. 106 с.

УДК 669.295:539.214

АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО ПОКРЫТИЯ TiNiZrCuCr

Юров В.М., Гученко С.А.

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, e-mail: exciton@list.ru

Высокоэнтропийные сплавы (ВЭС) – сплавы, которые содержат не менее 5 элементов, причём количество каждого из них не должно превышать 35 ат.% и не должно быть меньше 5 ат.%. Для проведения исследований изготавливались мишени TiNiZrCuCr брались микропорошки соответствующих металлов и смешивались в эквиатомных пропорциях. Затем приготовленная смесь порошков помещалась в мелющий стакан планетарной шаровой мельницы. Полученный гомогенизированный состав помещался в вакуумную термопечь и спекался в ней в течение трех часов. Дифракционный анализ показал микроструктуру с кристаллической решеткой в виде ОКЦ. Нанесение покрытий производилось на подготовленные подложки из стали марки AISI-201. Были измерены поверхностное натяжение и толщина поверхностного слоя покрытия. Было проведено сравнение его свойств с литыми пятиатомными высокоэнтропийными сплавами. Однако система TiNiZrCuCr имеет низкую плотность (5,8 г/см^3) и в 3 раза более высокую твердость (2,9 ГПа) по сравнению с остальными ВЭСами. Для сравнения, никелевый суперсплав 718 обладает плотностью $\rho = 8{,}19$ г·см$^{-3}$ при твердости равной 3,6 ГПа. Измерения показали, что коэффициенты трения покрытия TiNiZrCuCr сравнимы с трением слоистых кристаллов. Высокоэнтропийные покрытия TiNiZrCuCr оказываются антифрикционными, что со всей очевидностью приводит к экономии энергоресурсов. Анализ показал, что толщина поверхностного слоя d(I) d-элементов не превышает < 3 нм, а у лантаноидов больше чем > 4 нм, что и не приводит к формированию высокоэнтропийных сплавов. Возможно, это и есть универсальный параметр.

Ключевые слова: высокоэнтропийные сплавы, трение, поверхность, толщина поверхностного слоя, поверхностная энергия

ANTIFRICTIONAL PROPERTIES OF HIGH ENTROPY COATING TiNiZrCuCr

Yurov V.M., Guchenko S.A.

Karaganda State University of E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: exciton@list.ru

High entropy alloys (HEA) – alloys that contain at least 5 elements, and the amount of each of them should not exceed 35 at.% And should not be less than 5 at.%. To prepare the TiNiZrCuCr target, micropowders of the corresponding metals were taken and mixed in equiatomic proportions. Then the prepared mixture of powders was placed in a grinding cup of a planetary ball mill. The resulting homogenized composition was placed in a vacuum thermal furnace and sintered in it for 3 hours. Diffraction analysis showed the microstructure of OCK. Coating was carried out on prepared substrates made of AISI-201 steel. The surface tension and thickness of the surface layer of the coating were measured. A comparison was made of its properties with cast five-atom high-entropy alloys. However, our TiNiZrCuCr system has a low density (5.8 g/cm^3) and 3 times higher hardness (2.9 GPa) compared to other wind farms. For comparison, the 718 nickel superalloy has a density $\rho = 8.19$ g•cm^{-3} with a hardness of 3.6 GPa. The measurements showed that the friction coefficients of the TiNiZrCuCr coating are comparable to the friction of layered crystals. High-entropy TiNiZrCuCr coatings turn out to be anti-friction, which most obviously leads to energy savings. The analysis showed that the thickness of the surface layer of d(I) d-elements does not exceed < 3 nm, and for lanthanides more than > 4 nm, which does not lead to the formation of highly entropic alloys. Perhaps this is a universal parameter.

Keywords: highly entropic alloy, friction, surface, surface layer thickness, surface energy

Примерно в 2004 г. возникли новые металлические объекты – высокоэнтропийные сплавы (ВЭС) [1]. Это сплавы представляют собой твердые растворы, отличительной особенностью которых является эквиатомное содержание элементов (не менее 5). Количество элементов сплава лежит в диапазоне от 5 до 35 ат.%. Для подобного типа сплавов характерно большое значение энтропии смещения S_{mix}. Примерами ВЭСов обычно служат многоэлементные сплавы, находящиеся в равной атомной пропорции. По своим свойствам они значительно отличаются от интерметаллидов.

Для использования в авиации и в космонавтике нужны металлические конструкции, обладающие низкой плотностью, высокой прочностью и жаростойкостью. Этим требованиям в большинстве случаев отвечают тугоплавкие металлы, имеющие приличные температуры плавления. Они также могут обладать относительно малой плотностью. Впервые такими ВЭСами стали сплавы NbTiVZr, $NbTiV_2Zr$, CrNbTiZr и CrNbTiVZr [2–4].

Приведенные в работе [4] такие данные свидетельствуют о том, что сплав CrNbTiVZr, синтезированный на основе тугоплавких металлов, обладает значительной прочностью при высоких температурах. У него наблюдается невысокая плотность. В этом плане он значительно превосходит никелевые суперсплавы, так активно используемые в авиационной промышленности.

В настоящей работе излагается метод синтеза TiNiZrCuCr и его сравнение с другими ВЭСами, привлекая работы [5, 6] помимо [3, 4]. Определяется коэффициент трения покрытия и его антифрикционность. Кроме этого используются методы работы [7] для полного анализа данных.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований изготавливались мишени TiNiZrCuCr брались микропорошки соответствующих металлов и смешивались в эквиатомных пропорциях. Затем приготовленная смесь порошков помещалась в мелющий стакан планетарной шаровой мельницы, изготовленный из карбида вольфрама, и добавлялись мелющие тела (шары диаметром 5–10 мм), также изготовленные из карбида вольфрама, масса которых была равна 10 массам смеси порошков. После загруженный стакан наполнялся бензином «Галоша», плотно закрывалась крышка и включалась планетарная шаровая мельница (скорость вращения составляла 500 об/мин., время работы 5 ч.).

Полученный гомогенизированный состав затем сушился в вакууме и при помощи прессформы пресовался в плоский диск диаметром 100 мм и толщиной в 5 мм. Далее диск помещался в вакуумную термопечь и спекался в ней в течение 3 ч. Таким образом, изготовленная мишень TiNiZrCuCr использовалась для дальнейшего магнетронного нанесения покрытий на установке ННВ 6. Дифракционный анализ показал микроструктуру с кристаллической решеткой в виде ОКЦ. Нанесение покрытий производилось на подготовленные подложки из стали марки AISI-201. Емкость под вакуумом доводилась до давления 3 мПа. Потом запускался аргон и включался ПИНК. Давление снижалось до 1 Па. На деталь подавался потенциал смешения в размере около 1000 В и в течение 10 мин производилась очистка и нагрев поверхности подложки. После давление аргона понижали до 0,1 Па и включался магнетрон. Смещение на подложке уменьшалось до 150 В ток магнетрона поддерживался постоянным 3 А. Подложка располагалась в камере на расстоянии 15 см, время напыления составляло 1 ч.

Морфология покрытий была тщательно исследована на электронном микроскопе MIRA 3 в растровом режиме. Исследования проводились при ускоряющем напряжении 20 кВ и рабочем расстоянии около 15 мм. Рисунок показывает химический состав TiNiZrCuCr, ат.% в эквиатомных пропорциях (табл. 1) в аргоне и азоте. Исключение составляет Cu, но он попадает в диапазон > 5 ат.%.

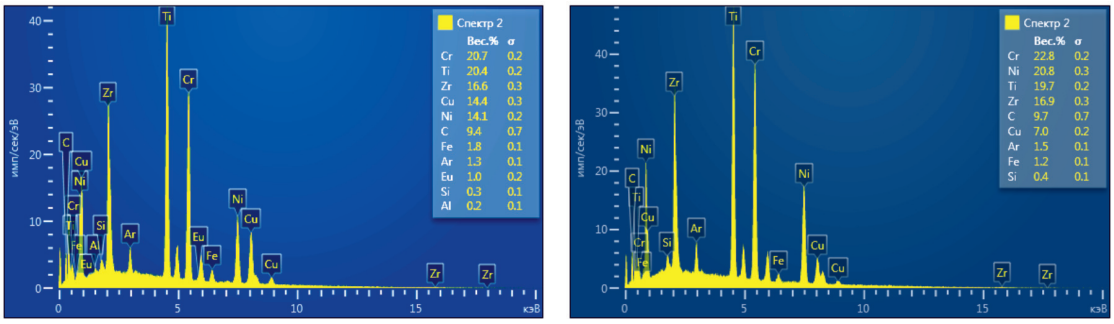
Таблица 1

Количественный химический состав TiNiZrCuCr, ат.%

Элемент	Cr	Ni	Ti	Zr	Cu
Номинальный	20	20	20	20	20
В аргоне	23,2	21,2	19,9	17,1	6,8
В азоте	22,8	20,8	19,7	16,9	7,0

Для традиционных сплавов в системе TiNiZrCuCr, как правило, образуется много интерметаллидов, таких как никелиды титана, меди и хромиды титана. Но в сплаве TiNiZrCuCr они не образуются, и этот ВЭС состоит из твердого раствора с ОЦК-решеткой. Числа фаз в этой кристаллической решетке существенно отличается от равновесного значения, которое вытекает из правила фаз Гиббса.

Нами использовался микротвердомер HVS-1000A. Результаты измерений покрытий TiNiZrCuCr даны в табл. 2.



а) *б)*

РФЭС TiNiZrCuCr в аргоне (а) и в азоте (б)

Таблица 2

Микротвердость покрытия TiNiZrCuCr в среде аргона и азота

Микротвердость	1	2	3	4	5	6	7	8	Среднее
HV аргон	839	909	864	842	967	753	821	902	886
HV азот	897	899	899	863	879	887	966	962	888

Микротвердость покрытия TiNiZrCuCr в среде аргона и азота практически не изменилась. Это означает, что азот не вступает в состав покрытия.

Для определения толщины поверхностного слоя различных соединений нами использовалась размерная зависимость физического свойства J(r) [8]:

$$J(r) = J_0 \cdot \left(1 - \frac{D}{r}\right), r >> D,$$

$$J(r) = J_0 \cdot \left(1 - \frac{D}{D + r}\right), r \le D. \quad (1)$$

Величина D определяется поверхностным натяжением σ соотношением [8]:

$$D = \frac{2\sigma\upsilon}{RT}, \quad (2)$$

где σ – натяжение поверхности твердого тела; υ – молярный объем; R – газовая константа; T – температура. В работе [8] показано, что выполняется соотношение

$$\sigma = 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot T_m, \quad (3)$$

где T_m – температура плавления твердого тела (К). Соотношение выполняется для всех металлов и для других соединений. Если его подставить в (2), то при $T = T_m$ получим

$$d(I) = 0,17 \cdot 10^{-3}\,\upsilon. \quad (4)$$

Формула (4) определяет толщину слоя поверхности D(I) как фундаментальную величину – молярным (атомным) объемом элемента (υ = M/ρ, M – молярная масс (г/моль), ρ – плотность (г/см^3)), который периодически изменяется в соответствие с таблицей Д.И. Менделеева. Воспользуемся уравнениями (1)–(4) и рассчитаем интересующие параметры ВЭСов (табл. 1).

Результаты исследования и их обсуждение

Предполагалось, что параметры (табл. 1) можно варьировать путем термической обработки [3, 4]. Разработанная нами система TiNiZrCuCr может открыть возможности создания нового типа сплавов, для использования в области высоких температур и неплохим упрочнением. В конце концов перспективными могут быть и трибологические исследования в разного рода трибосопряжениях. Однако наша система TiNiZrCuCr судя по табл. 3 имеет низкую плотность (5,8 г/см^3) и в 3 раза более высокую твердость (9,6 ГПа) по сравнению с остальными ВЭСами. Кстати, никелевый сплав типа 718 имеет плотность ρ = 8,19 г·см$^{-3}$ и твердость порядка 3,6 ГПа.

Коэффициенты трения измерялись на разработанной нами установке [9]. В статье [9] на основе статистической термодинамики для определения коэффициента трения нами получено

$$k_{\text{тр}} = \text{const} \cdot T \cdot \frac{W}{\Delta G^0} \cdot \bar{N}, \quad (5)$$

где W – энергия разрушения, T – температура, ΔG^0 – энергия Гиббса, $\bar{N}$ – число пропорциональное числу дефектов, const – постоянная.

Энергия Гиббса выражается следующим образом:

$$G^0 = H - TS + PV, \quad (6)$$

где H – энтальпия; T – температура; S – энтропия; V – объем.

Изменение энергии Гиббса в общем случае равно

$$\Delta G^0 = \Delta H - T\Delta S + P\Delta V + V\Delta P. \quad (7)$$

Формула (6) показывает, что химические реакции могут протекать самопроизвольно в том случае, если величины ΔH и $T\Delta S$ соотносятся определенным образом [5].

Четыре параметра составляют основу энтропии смешения, которые определяются как конфигурационная, $S_{\text{конф}}$, колебательная, S_v, магнитная, S_m, электронная, S_e [6].

Следовательно, энтропия смешения:

$$\Delta S_{\text{смеш}} = \Delta S_{\text{конф}} + \Delta S_{\text{v}} + \Delta S_m + \Delta S_e. \quad (8)$$

Согласно работе [1] для ВЭСов конфигурационная энтропия смешения больше всех трех составляющих: колебательной, магнитной и электронной энтропий. Это справедливо для многокомпонентных сплавов, содержащих 5 и более атомных элементов. В этом случае увеличение числа элементов приводит к снижению свободной энергии.

Таблица 3

Поверхностная энергия σ_m и толщина поверхностного слоя d(I)

ВЭС	T_m, K	σ_m, Дж/м^2	Твердость, МПа	Плотность, г/см^3	d(I), нм
TiNiZrCuCr	*1852*	*1,296*	9590	*5,8*	*9,2*
CoCrCuFeNi	1754	1,228	4363	6,23	7,9
CrNbTiVZr	2220	1,554	4125	6,57	8,7
AlCrCoFeNi	1673	1,171	4551	7,83	5,5
$AlCoCrFeNi_2$	2019	1,413	3874	7,44	7,1
TaNbHfZrTi	2452	1,716	3811	9,94	10,2
VNbMoTaW	2956	2,069	4112	12,36	8,3

Примечание. Курсивом выделен наш образец.

Расчетные формулы параметров представлены в диссертации [10]:

– изменение энтропии смешения:

$$\Delta S_{\text{смеш}} = -R\sum c_i \ln c_i , \qquad (9)$$

где R – газовая постоянная, c_i – концентрация (ат.%) i-го элемента в сплаве;

– изменение энтальпии смешения:

$$\Delta H_{\text{смеш}} = \sum 4\Omega_{ij} c_i c_j . \qquad (10)$$

Зависимость (5) должна наблюдаться и от концентрации числа электронов $\overline{N}$: $k \sim \overline{N}$. Такой зависимости нами не обнаружено, но можно поступить по-иному. Как показано в работе [11], то если к существующему сплаву добавить некоторое число атомов базового d-элемента из таблицы Д.И. Менделеева, то они будут влиять на параметр кристаллической решетки и конечно на такие параметры, как твердость и модуль упругости (и электрические характеристики).

Коэффициенты трения табл. 4 TiNiZrCuCr сравнивались с известными ВЭСами и слоистыми кристаллами из работы [12]. Из табл. 4 следует, что коэффициенты трения покрытия TiNiZrCuCr сравнимы с трением слоистых кристаллов. Высокоэнтропийные покрытия TiNiZrCuCr оказываются антифрикционными, что со всей очевидностью приводит к экономии энергоресурсов.

В начале статьи мы отметили, что в настоящее время не существует универсального параметра, предсказывающего структуру высокоэнтропийного сплава в любой многокомпонентной системе металлов.

Здесь мы покажем, что знание толщины поверхностного слоя может дать разгадку универсального параметра. В табл. 5 дана толщина поверхностного слоя d-элементов, которые являются базовыми для синтеза ВЭСов из табл. 3, а в табл. 6 даны толщины поверхностного слоя лантаноидов, которые не образуют ВЭСов.

Из табл. 5 и 6 видно, что толщина поверхностного слоя d(I) d-элементов не превышает < 3 нм, а у лантаноидов больше чем > 4 нм, что и не приводит к формированию высокоэнтропийных сплавов. Возможно, это и есть универсальный параметр.

Таблица 4

Коэффициенты трения по меди и алюминию

покрытие	по меди		по алюминию	
	коэффициент трения	погрешность	коэффициент трения	погрешность
TiNiZrCuCr	0,041	0,006	0,066	0,002
AlCoCrCuFeNi	–	–	0,126	0,002
CrMnSiCuFe-Al	0,256	0,002	0,219	0,002
CrMnSiCuFeTi	0,365	0,003	0,426	0,002
MoS_2	0,05	–	–	–
CdI_2	0,06	–	–	–
$CoCl_2$	0,10			
PbI	0,28	–	–	–

Таблица 5

Толщина поверхностного слоя d(I) d-элементов

Me	d(I), нм	Me	d(I), нм	Me	d(I), нм
Cr	1,2	Al	1,7	Co	
Ni	1,1	Fe	1,2	Mo	
Ti	1,8	Ta	1,8	V	
Zr	2,4	Hf	2,3	W	
Cu	1,2	Nb	1,9	–	–

Таблица 6

Толщина поверхностного слоя d(I) лантаноидов

Me	d(I), нм	Me	d(I), нм	Me	d(I), нм
Ce	3,8	Eu	5,8	Er	5,5
Pr	4,2	Gd	5,3	Tm	5,2
Nd	4,5	Tb	5,3	Yb	4,6
Pm	4,4	Dy	5,3	Lu	5,7
Sm	4,4	Ho	5,5	–	–

Заключение

Синтезированная нами система TiNiZrCuCr имеет низкую плотность (5,8 г/см^3) и в 3 раза более высокую твердость (9,6 ГПа) по сравнению с остальными ВЭСами. Коэффициенты трения покрытия TiNiZrCuCr ($k \sim 0{,}04$) сравнимы с трением слоистых кристаллов. Высокоэнтропийные покрытия TiNiZrCuCr оказываются антифрикционными, что со всей очевидностью приводит к экономии энергоресурсов. Синтезированная нами система TiNiZrCuCr может быть востребована в аэрокосмической отрасли и других отраслях машиностроения. Возможно нами найден универсальный параметр, который «регулирует» формирование высокоэнтропийных сплавов по толщине поверхностного слоя d(I).

Работа выполнена по программе МОН РК. Гранты № 0118РК000063 и № Ф.0781.

Список литературы

1. Yeh J.W., Chen Y.L., Lin S.J., Lee P.H. High-entropy alloys – a new era of exploitation. Materials Science Forum. 2007. Vol. 560. P. 1–9. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.560.1.

2. Погребняк А.Д., Багдасарян А.А., Якущенко И.И., Береснев В.М. Структура и свойства высокоэнтропийных сплавов и нитридных покрытий на их основе // Успехи химии. 2014. Т. 83. № 11. С. 1027–1061.

3. Senkov O.N., Senkova S.V., Woodward C., Miracle D.B. Low-density, refractory multi-principal element alloys of the Cr-Nb-Ti-V-Zr system: Microstructure and phase analysis. Acta Mater. 2013. Vol. 61. № 5. P. 1545–1557.

4. Senkov O.N., Senkova S.V., Woodward C., Miracle D.B. Mechanical properties of low-density, refractory multiprincipal element alloys of the Cr-Nb-Ti-V-Zr system. Mater. Sci. Eng. A. 2013. Vol. 565. P. 51–62.

5. Ивченко М.В. Структура, фазовые превращения и свойства высокоэнтропийных эквиатомных металлических сплавов на основе AlCrFeCoNiCu: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Екатеринбург, 2015. 167 с.

6. Юрченко Н.Ю. Разработка и исследование высокоэнтропийных сплавов с высокой удельной прочностью на основе системы Al-Cr-Nb-Ti-V-Zr: дис. ... канд. техн. наук. Белгород, 2019. 187 с.

7. Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. Оценка температуры плавления наночастиц некоторых оксидов металлов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 1. С. 38–43.

8. Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. Толщина поверхностного слоя, поверхностная энергия и атомный объем элемента // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2018. № 10. С. 691–699. DOI: 10.26456/pcascnn/2018.10.691.

9. Юров В.М., Гученко С.А., Ибраев Н.Х. Определение коэффициента трения скольжения. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 8. С. 148.

10. Шайсултанов Д.Г. Структура и механические свойства высокоэнтропийных сплавов системы CoCrFeNiX (X=Mn, V, Mn и V, Al и Cu): дис. ... канд. тех. наук. Белгород, 2015. 142 с.

11. Фирстов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Печковский Э.П. Новый класс материалов – высокоэнтропийные сплавы и покрытия // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2013. Т. 18. № 4–2. С. 1938–1940.

12. Богдан Т.В. Островные, цепочечные и слоистые мотивы в кристаллах простых веществ и бинарных соединений с ковалентными связями. М.: МГУ, 2015. 37 с.

СТАТЬИ

УДК 378.1

К ВОПРОСУ ОТБОРА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕЛЕИНДУСТРИИ

Алексеева Т.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения», Санкт-Петербург, e-mail: dekan-ftkit@gukit.ru

Для успешного функционирования медиаиндустрии необходима подготовка квалифицированных профессиональных специалистов, и телеиндустрия не является исключением. Поскольку существует мнение исследователей медиаиндустрии, что практический опыт телевизионного производства преобладает над теоретической составляющей, то можно предположить, что педагогам, осуществляющим подготовку будущих специалистов медиаиндустрии, целесообразно строить педагогический процесс с применением технологии опережающего обучения. Для реализации предлагаемой педагогической технологии необходимо создание условий, обеспечивающих опережение, посредством включения в содержательный компонент подготовки будущих специалистов телеиндустрии тем, освещающих современные и актуальные процессы, происходящие в данный момент в медиаиндустрии. В статье затрагивается проблема отбора опережающего содержательного компонента для освоения будущими специалистами телеиндустрии, на примере современного глобального процесса, имеющего место сегодня в медиаиндустрии, интеграции интернета и телевидения. Предлагается логика рассуждений, начиная с изучения истории зарождения интеграции, переходя к определению предпосылок появления коллаборации и к обозначению тенденций интеграции интернета и телевидения, одной из которых является новый вид медиапотребления, приведший сегодня телевидение к использованию второго экрана. Автор предполагает, что качество подготовки будущих специалистов телеиндустрии повысится, если содержательный компонент обучения формировать с учетом анализа аспектов активных процессов, происходящих в современном медиапространстве.

Ключевые слова: подготовка специалистов, медиаиндустрия, телеиндустрия, содержательный компонент, педагогические технологии, опережающее обучение

TO THE QUESTION OF THE SELECTION OF THE CONTENTING COMPONENT OF TRAINING SPECIALISTS OF TELEINDUSTRY

Alekseeva T.V.

St. Petersburg State Institute of Film and Television, St. Petersburg, e-mail: dekan-ftkit@gukit.ru

The successful functioning of the media industry requires the training of qualified professionals, and the television industry is no exception. Since there is an opinion of researchers in the media industry that the practical experience of television production prevails over the theoretical component, it can be assumed that it is advisable for teachers who train future specialists in the media industry to build a pedagogical process using advanced learning technology. To implement the proposed pedagogical technology, it is necessary to create conditions that are ahead of schedule by including topics that cover modern and relevant processes currently taking place in the media industry in the content component of the training of future television industry specialists. The article touches on the problem of selecting an advanced content component for the future development of the television industry, for example, the modern global process taking place today in the media industry, the integration of the Internet and television. A logic of reasoning is proposed, starting with a study of the history of the origin of integration, proceeding to determine the prerequisites for the emergence of a collaboration and to identify trends in the integration of the Internet and television, one of which is a new type of media consumption, which today has led television to use a second screen. The author assumes that the quality of training of future television industry specialists will increase if the content component of training is formed taking into account the analysis of aspects of active processes taking place in the modern media space.

Keywords: training of specialists, media industry, television industry, content component, pedagogical technologies, advanced training

В настоящее время система высшего образования ориентирована на внедрение актуализированных федеральных государственных образовательных стандартов, утвержденных компетенции которых инициируют корректировки и изменения в содержании образования. В педагогической системе формирования компетенций немаловажным является содержательный компонент, отвечающий за накопление и систематизацию знаний. В связи с этим вопрос обновления содержательного компонента обучения основных образовательных программ приобретает особую значимость не только у современных исследователей, но и у педагогов. Подготовка будущих специалистов медиаиндустрии не является исключением.

Цель исследования: повышение качества подготовки будущих специалистов телеиндустрии посредством совершенствования процесса обновления и отбора содержательного компонента обучения в условиях недостаточности глубоко проработанных исследований на теоретическом уровне. Содержательный компонент выполняет ряд

важных функций, в том числе информационную, нацеленную на отбор содержания, обеспечивающего формирование компетенций [1]. Однако в случае телеиндустрии процесс отбора конкретного содержания приобретает особую значимость, поскольку наличие практического опыта телепроизводства преобладает над теорией телевидения [2]. В связи с этим подготовку современных специалистов для телеиндустрии предлагается вести с применением педагогической технологии, предусматривающей построение учебного процесса на опережающей основе, автором которой является педагог-новатор С.Н. Лысенкова [3].

Автор метода опережающего обучения С.Н. Лысенкова считает, что для перспективной подготовки должны быть созданы условия, обеспечивающие опережение. Один из ключевых моментов предложенного метода заключается в одновременном включении путем приближения к изучаемому в данный момент материалу дополнительных важных вопросов в преподавании содержания учебного материала. В связи с этим осуществлять перспективное изучение будущих тем и разделов образовательной программы позволит использование опережающих наблюдений, исследований и экспериментов как содержательного компонента обучения. Таким образом, учитывая, с одной стороны, преимущества опережающей технологии обучения, а с другой, недостаточность теоретических познаний и фундаментальных исследований в области телевизионного производства, целесообразно предположить, что обучение будущих специалистов телеиндустрии будет опережающим, если построение содержательного компонента обучения данных специалистов вести на основе глобальных и активных процессов, происходящих в современном медиапространстве.

Материалы и методы исследования

Одним из таких глобальных и активных современных процессов, происходящих сегодня в медиапространстве, является интеграция интернета и телевидения, кардинально влияя на концепцию медиапространства. Исчезновение радио, печати и телевидения ожидалось после возникновения Всемирной сети, которая постоянно увеличивает свою аудиторию. Однако традиционные медиа до сих пор существуют, видоизменяясь и приобретая новые черты, они не только не исчезли, но и начали успешно интегрироваться в интернет, формируя тенденции медиапотребления и внося изменения в функционирование медиапространства. Именно эти новшества до конца не изучены и нуждаются в теоретическом обосновании и осмыслении, в том числе и будущими специалистами медиаиндустрии. Выявить особенности интеграции интернета и телевидения поможет комплексный подход в изучении истории зарождения данной интеграции, в определении предпосылок появления совместной деятельности на единой площадке, в анализе телесмотрения после появления интернета, в обозначении основных тенденций интеграции интернета и телевидения. Некоторое время телевидение и интернет развивались параллельно, но сейчас эти медиа создали вполне разумную коллаборацию, которую следует рассматривать как одну из теоретических основ современной медиаиндустрии.

Результаты исследования и их обсуждение

Телевидение было изобретено в начале XX в. С развитием техники телевидение видоизменялось и шаг за шагом приобретало тот вид, который привычен сегодня: через 3 года после появления телевизионного вещания возникает звуковое сопровождение; спустя 33 года в телевидение приходит цвет; развивается спутниковое вещание, после кабельное; сегодня происходит переход на цифровое телевидение [4].

Интернет стремительно вошёл в нашу жизнь, но не сразу объединился с телевидением. Вначале Всемирную сеть использовали для общения и для поиска различной информации, в условиях быстрого развития сети появлялись новые возможности. Однако точку начала интеграции телевидения и интернета назвать трудно. Со временем телевизионный контент стал постепенно проникать на просторы сети, появилась возможность смотреть в интернете фильмы, рекламу, онлайн трансляцию телеканалов, видеохостинг YouTube, видеоблоги и т.д. Тогда никто не считал это альтернативой ТВ, так как спектр затрагиваемых тем был мал и выбора контента как такового зритель не имел. При этом за несколько лет существования YouTube количество блогеров возросло в разы, содержание видео стало самым разнообразным. Помимо YouTube в России появились другие площадки для просмотра видео, например, Rutube и Vimeo. В сети развиваются собственные жанры и форматы, которые может позаимствовать телевидение. Сегодня все чаще можно встретить блоги на телевидении в рамках различных передач не только о путешествиях, но и в социально-просветительских, когда ведущий сам себя снимает и в разговорном стиле общается со зрителем.

Формы интеграции постоянно развивались, и для телевидения появилась возможность получить обратную связь с телезрителем, организовать интернет-голосование. Такая тенденция особенно полюбилась музыкальным каналам. Например, МузТВ однин из первых предоставил пользователям возможность выбрать, кто из музыкальных исполнителей достоин их ежегодной награ-

ды – музыкальной тарелки. Совершенно необязательным стало звонить в студию или отправлять смс, чтобы поддержать любимого артиста. Интернет стал своеобразной площадкой для активной коммуникации с телезрителями [5].

Следует отметить, что именно телевизионный контент начал интегрироваться в интернет, появились официальные сайты телеканалов, где ведется онлайн трансляция прямого эфира и предоставляются архивы телепрограмм для просмотра. Зрительская аудитория телеканала, не имеющая возможность посмотреть телепередачу по телевизору, теперь может посмотреть её в любое время в интернете. На сайте зритель может ознакомиться с телепрограммой, найти новости, дополнительную информацию о каких-либо акциях, конкурсах, кастингах, съемочных группах и т.д. Тем не менее это не значит, что человек сделал выбор в пользу сети. В данном случае он потребляет телевизионный продукт просто с помощью других технологий, которые удобны ему. Такой вид интеграции способствовал появлению SMART TV – технологии, объединившей в себе одновременно телевидение и возможность выхода в интернет и позволившей пользователю с телевизора просматривать почту, играть в игры, смотреть ролики на YouTube и в любой момент смотреть телевидение, независимо от времени [6].

Как отмечалось выше, интеграция в случае интернета и телевидения носит характер двусторонней. Информационные сайты благодаря технологической оперативности объективно быстрее доставляют новостной контент, однако телевидение продуктивнее справляется с неким профессиональным анализом по интересующему вопросу. С появлением телефонов с камерами и возможностью моментального выкладывания контента в интернете возникло понятие «мобильный репортер». Очевидцы того или иного события получили возможность незамедлительно делиться новостями в сети. Максимальная оперативность и освещенность с разных сторон, несомненно, привлекают пользователей и зрителей. Для телевидения «мобильный репортер» стал незаменимым помощником не только в целях оперативности в репортажах, особенно, если новость экстренная. Не всегда съемочной группе удается осветить все, поскольку невозможно предугадать – где и когда произойдет чрезвычайное событие. Одним из самых ярких примеров использования «мобильного репортера» на отечественном телевидении является Челябинский метеорит в 2013 г. Новостные сюжеты были переполнены видео с автомобильных видеорегистраторов и мобильных телефонов. Сегодня же «мобильный репортер» пользуется популярностью как у традиционных СМИ, так и у интернет-изданий [7].

Коллаборация телевидения и интернета существует не только в информационном поле деятельности, но и в развлекательных аспектах. С целью привлечения молодой аудитории на телевидение многие популярные интернет-форматы транслировались в оригинале. Например, Первый канал транслировал интернет-обзор «This is хорошо», а телеканал Перец «+100500». Блогеры, будучи успешными в интернет-сфере, стали частыми гостями разнообразных ток-шоу; кроме пассивного участия, звезды интернета постигают мастерство телеведущих. Очень часто на российских телеканалах можно встретить ведущих, которые были приглашены вести передачу благодаря своей интернет-популярности. Например, Катя Клепп, Анастасия Ивлеева, Юрий Дудь. В свою очередь, разработчики интернет-контента используют телевизионные устои, например жанры, которые уже давно привычны на телевидении. Интервью-беседа, документальные фильмы, ток-шоу, развлекательные передачи сегодня можно встретить в интернете не просто как телепродукт, а как оригинально созданный интернет-контент. Например, основа, на которой строится русскоязычное авторское интернет-шоу «вДудь», – интервью, а известный блогер на сегодняшний день Анастасия Ивлеева строит свое шоу по телевизионным канонам, используя работу специального корреспондента и кадры из студии. Несомненно, такое сотрудничество способствует привлечению аудитории обеих сторон, её перераспределению между ними и, как следствие, изменению показателей телесмотрения.

Развитие технологий привело к появлению многофункциональных информационных устройств, таких как смартфоны, планшеты, ноутбуки, которые дали зрительской аудитории дополнительные возможности потребления информации, трансформировав телесмотрение в медиапотребление. Зрители активно пользуются разнообразными устройствами для просмотра медиа. Стала доступна возможность выбора наиболее удобного способа потребления контента. Восприятие самой информации также изменилось. Современному человеку сложно сконцентрировать своё внимание только на чем-то одном. Однако внедрение современных девайсов не исключило телесмотрение, а скорее видоизменило его, разделив на два экрана: «главный» – телевизор или ноутбук, который транслирует ту или

иную передачу, и «второй экран» – смартфон или планшет. Как оказалось, причины, заставляющие людей использовать смартфоны во время просмотра телевизионной программы – самые разнообразные. Исследования AdReaction-2014 показали, что в основном зрители отвлекаются от просмотра телепрограммы, для того, чтобы заполнить рекламную паузу. Еще одна из распространенных причин – общение с друзьями в социальных сетях на отвлеченные темы. Оторваться в любой момент от передачи человек может еще и потому, что считает ее для себя лишь фоном. Реже всего причиной является малоинтересная составляющая сюжета или повторы. Почти одна треть зрителей нашей страны использует телевизор и дополнительное устройство не только параллельно, но и в целях поиска интересующей их информации, связанной с передачей или ее темой, зрители заинтересованы в получении большей информации о телепередаче [8]. Как проводились съемки, о героях, бюджет, интересные факты и т.п., менее популярно обсуждение телепередачи или фильма с другими людьми. Также «параллельное устройство» используют для того, чтобы взаимодействовать с телевизионной программой напрямую. Примером этому могут являться своеобразные голосования и интерактивы. Таким образом, синдром дефицита внимания зрителя повлек за собой развитие так называемого «расширенного просмотра» и получение информации одновременно с нескольких экранов стало новой тенденцией медиапотребления. Зрители приобретают новые «телепривычки», которые активизируют телевидение к поиску методов удержания внимания зрителя на предоставляемом контенте и которые влекут за собой появление специальных приложений для расширенного просмотра.

Понятие «расширенный просмотр» пришло из журналистики вслед за понятием «расширенное чтение», появление которого, в свою очередь, связано с появлением в 2012 г. нового формата подачи интернет-материалов – лонгрид [9]. И хотя специфической особенностью данного формата является большое количество текста, за небольшое время существования формат получил популярность и доказал, что может успешно существовать в эпоху коротких интернет-постов. Лонгрид представляет собой длинный текст (более 16 000 слов), который содержит в себе мультимедийные элементы: фотографии, видеоматериал, аудио, инфографика – все это лаконично добавлено в текст. Таким образом, в любом тексте есть моменты, которые можно осветить с помощью другого медиа. Благодаря такой системе у пользователя возникает ощущение «расширенного чтения» (англ. extended reading experience). Теперь человек может не только просто прочитать, но еще и увидеть, услышать в рамках одного формата – все это дает возможность рассмотреть интересующий вопрос под другим углом и с разных точек зрения. Мультимедийные элементы, которые формируют «расширенное чтение» выступают как полноправные части повествования, без которых история рассыпается [10].

В случае телевидения элементом, организующим «расширенный просмотр», выступает гаджет зрителя, дающий возможность отвлечься и получить информацию о передаче, которая в данный момент транслируется по телевизору. Однако на данном этапе телевидение может лишь значительно углубить информацию посредством использования новых технологий, предложить дополнительную информацию на втором экране, но полностью обязать зрителя пользоваться своим гаджетом во время просмотра не может. Отличие расширенного чтения и просмотра в том, что «расширенный просмотр» не может стать полноправным форматом телевизионного потребления. Для того, чтобы, аналогично с лонгридом, иметь со вторым экраном равноценный контент, нужно, чтобы использование смартфонов во время просмотра телевизора увеличилось, что возможно при возникновении потребности у зрителя в поиске «связанного контента». Можно предположить, что «расширенный просмотр» может перерасти в полноценный телевизионный интерактивный формат, с помощью которого телевидение приобретет дополнительный объем зрительской аудитории.

На сегодняшний день изучение такого многостороннего вопроса, как коллаборация интернета и телевидения, не должно оставаться за пределами содержательного компонента обучения специалистов телеиндустрии именно потому, что интеграция продолжается и активизирует другие важные процессы индустрии, освещение которых необходимо для создания условий опережающего обучения.

Заключение

Таким образом, развитие интеграции интернета и телевидения изменяет привычки телезрителей, предлагая новые тенденции медиапотребления, которые сегодняшние специалисты медиаиндустрии не могут игнорировать. Телевизионное вещание перестает быть только в рамках телевизора, оно увеличивает радиус воздействия, что

обязывает сегодняшних и будущих специалистов медиаиндустрии приобретать компетенции, позволяющие успешно осуществлять свои трудовые функции. Совместная коллаборация, выгодно используя новую «телепривычку», повлекла за собой возникновение нового медиапотребления – «расширенного просмотра», когда телезрители ищут связанный контент, чтобы дополнить просмотр и сделать его более «объемным». Телевидение, уловив новую тенденцию, создало специальные мобильные приложения второго экрана, которые во время трансляции той или иной передачи предоставляют зрителю дополнительную информацию. Данный практический опыт необходимо изучать, анализировать и обобщать с целью использования при формировании содержательного компонента опережающего обучения будущих специалистов телеиндустрии. Освещение таких глобальных современных процессов медиаиндустрии, как интеграция интернета и телевидения, целесообразно начинать с истории и предпосылок возникновения, что позволит более глубоко и содержательно вовлечь будущих специалистов в профессиональную деятельность, осознать и понять многие аспекты существующей медиаиндустрии, обусловленные современными тенденциями. Грамотный педагогический подход к отбору содержательного компонента на основе изученных особенностей интеграции интернета и телевидения позволит создать условия, обеспечивающие опережающее обучение, и повысить качество подготовки современного специалиста телеиндустрии.

Список литературы

1. Антропова Л.И., Казикин А.В., Лешер О.В. Формирование коммуникативной креативности студентов вуза: организационно-содержательный компонент // Международный электронный научный журнал «Перспективы науки и образования». 2019. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://pnojournal.files.wordpress.com/2019/07/pdf_190309.pdf (дата обращения: 30.07.2019).

2. Третьяков В.Т. Теория телевидения: ТВ как неоязычество и как карнавал. Курс лекций. М.: Ладомир, 2015. 664 с.

3. Лысенкова С.Н. Когда легко учиться: из опыта работы учителя начальных классов московской школы 587. М.: Педагогика, 1985. 176 с.

4. Цифровое телевизионное вещание. Везде и всегда, для всех и для каждого: сборник. М.: Научно-исследовательский институт радио (НИИР), 2014. 481 с.

5. Интернет-СМИ: Теория и практика: учеб. пособие для студентов вузов. Под ред. М.М. Лукиной. М.: Аспект Пресс, 2010. 348 с.

6. Сухачева А.А. О будущем телевидения. Эволюция интернет-ТВ уже стартовала // Новый Репортёр. 2013. [Электронный ресурс]. URL: https://newreporter.org/2013/04/30/o-budushhem-televideniya-evolyuciya-internet-tv-uzhe-startovala/ (дата обращения: 03.08.2019).

7. Ботарева А.В. Мобильный репортер в Интернет-СМИ: функции, темы, виды медиатекста // Язык и репрезентация культурных кодов. VII Всероссийская с международным участием научная конференция молодых ученых (г. Самара, 19 мая 2017 г.). Материалы и доклады Часть II. / М-во образования и науки РФ; Самар. нац. исслед. ун-т им. С.П. Королева (Самар. ун-т), под общ. ред.: А.А. Безруковой Самара: изд-во «Инсома-пресс», 2017. С. 174–176.

8. Фролов Д. Второй экран. // Research&Trends. Дата публикации: 31.03.2015. [Электронный ресурс]. URL: https://www.r-trends.ru/investigations/investigations_1002.html (дата обращения: 05.08.2019).

9. Колесниченко А.В. Настольная книга журналиста: учеб. пособие для студентов выс. учеб. заведений. М.: Аспект-Пресс, 2019. 400 с.

10. Журналистика и конвергенция: почему и как традиционные СМИ превращаются в мультимедийные / Под ред. А.Г. Качкаевой. М., 2010. 200 с.

УДК 796:355.332

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРОВ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИХ СИЛ

Борисов А.В., Воронов Н.А., Ершов С.А.

ФГКВОУ ВО «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны», Ярославль, e-mail: n.voronov@uniyar.ac.ru

В статье рассматриваются вопросы совершенствования процесса организации физической подготовки офицеров-преподавателей высшего военного учебного заведения войск противовоздушной обороны в связи с отсутствием современных разработок по планированию, подготовке руководителей, контролю и методическому обеспечению учебно-тренировочного процесса. Приводятся результаты оценки опытной программы организации и преподавания физической подготовки у офицеров высшего военного учебного заведения. Отмечается, что результаты изучения проблемы организации физической подготовки офицеров-преподавателей высшего военного учебного заведения свидетельствуют об ее актуальности для обеспечения процесса физического совершенствования данной категории военнослужащих. Кроме этого, в настоящее время содержание и методика физической подготовки офицеров в достаточной мере обоснованы, однако их реализация сдерживается отсутствием соответствующих технологий организационного проектирования в реальных условиях военно-учебного заведения. Делается вывод, что совершенствование организационного проектирования целесообразно осуществлять в направлении тщательной обработки методик моделирования и конструирования процесса физической подготовки с учетом потребностей и интересов занимающихся. Реализация данного положения возможна при конструировании новых организационных технологий процесса физической подготовки офицеров, базирующегося на последовательном переходе от самоорганизации занятий к организации занятий в малых группах.

Ключевые слова: физическая подготовка, офицеры, преподаватели, высшее военное учебное заведение, опытная программа

ISSUES OF IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF PHYSICAL PREPARATION OF OFFICERS OF AIR AND SPACE FORCES

Borisov A.V., Voronov N.A., Ershov S.A.

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl, e-mail: n.voronov@uniyar.ac.ru

The article discusses the issues of improving the process of organizing the physical training of officers-teachers of a higher military educational institution of the air defense forces due to the lack of modern developments in planning, training leaders, monitoring and methodological support of the educational process. The results of the evaluation of the experimental program of organization and teaching of physical training for officers of a higher military educational institution are presented. It is noted that the results of a study of the problem of organizing the physical training of officers-teachers of a higher military educational institution testify to its relevance to ensure the process of physical improvement of this category of military personnel. In addition, at present, the content and methods of physical training of officers are sufficiently substantiated, however, their implementation in practice is hampered by the lack of appropriate organizational design technologies in the real conditions of a military educational institution. It is concluded that the improvement of organizational design should be carried out in the direction of thorough processing of modeling techniques and designing the process of physical preparation, taking into account the needs and interests of those involved. The implementation of this provision is possible when designing new organizational technologies for the process of physical training of officers, based on a consistent transition from self-organization of classes to the organization of classes in small groups.

Keywords: physical training, officers, teachers, higher military educational institution, experimental program

Проблема обеспечения физической подготовленности военнослужащих из числа офицеров-преподавателей высшего военного учебного заведения противовоздушной обороны воздушно-космических сил в значительной мере обусловлена организационно-управленческими факторами, оказывающими весьма существенное влияние на регулярность занятий, методический инструментарий проведения учебно-тренировочных занятий, объективность контроля над физическим состоянием офицеров.

По мнению ряда исследователей, организационные аспекты функционирования системы физической подготовки офицерского состава в значительной мере не отработаны, нет четкой системы взглядов на оптимальную организацию учебно-тренировочного процесса, не согласованы вопросы планирования и контроля, подготовки руководителей занятий, рациональных форм проведения занятий [1, с. 13].

Проведенные исследования в данном направлении крайне малочисленны и решают в основном задачи определения содержания и оптимизации методики физической тренировки офицеров. Можно предположить, что проблема обоснования организационно-управленческих основ физической подготовки офицеров-препо-

давателей военно-учебного заведения является актуальной. Проблемная ситуация, по мнению ряда исследователей, заключается в противоречии между объективно назревшей потребностью совершенствования процесса организации физической подготовки офицеров-преподавателей высшего военного учебного заведения и отсутствием современных разработок по планированию, подготовке руководителей, контролю и методическому обеспечению учебно-тренировочного процесса [2, с. 30].

Цель исследования: теоретико-экспериментальное обоснование совершенствования процесса организации физической подготовки офицеров-преподавателей высшего военного учебного заведения.

Объектом нашего исследования является процесс физической подготовки в высших военно-учебных заведениях, а предметом исследования – совершенствование организационно-управленческих основ физической подготовки.

Материалы и методы исследования

На первом этапе исследования изучался, обобщался и анализировался теоретический материал по проблемам организации физической культуры и физической подготовки в частности.

На втором этапе исследования изучались факторы, влияющие на организацию физической подготовки офицеров-преподавателей.

Для проверки эффективности опытной организации физической подготовки с офицерами-преподавателями динамическому наблюдению подвергались три группы (две экспериментальные и одна контрольная).

Первая экспериментальная группа (ЭГ-1) в количестве 27 человек (две кафедры) занималась атлетической тренировкой в тренажерном зале, созданном на одной из кафедр. Вторая экспериментальная группа (ЭГ-2) включала 17 человек и занималась минифутболом (в данную группу входили преподаватели кафедр). Контрольную группу составляли офицеры от 35 до 40 лет (III в. гр. 26 человек), занимающиеся согласно Наставлению по физической подготовке в Вооруженных Силах Российской Федерации (НФП-2009). Кроме того, офицеры-преподаватели принимали участие в спортивных соревнованиях, проводимых согласно плану спортивных мероприятий высшего военного учебного заведения.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами предпринята попытка оценки опытной организации физической подготовки офицеров высшего военного учебного заведения противовоздушной обороны воздушно-космических сил, которая предполагает: проведение учебно-тренировочных занятий в составе кафедр, предоставление возможности офицерам выбора контрольных упражнений при проверке физической подготовленности, ориентацию на создание минимальной учебно-материальной технической базы для проведения занятий по физической подготовке в составе кафедр.

Особенностью организации занятий ЭГ-1 являлось то, что руководителями занятий были начальник и заместитель начальника кафедры. Учебно-тренировочные занятия проводились непосредственно на кафедре при участии преподавателя кафедры физической подготовки. Занятия в тренажерном зале, как правило, проводились 3 раза в неделю продолжительностью 50–90 минут во второй половине дня.

Вторая экспериментальная группа занималась 2–3 раза в неделю продолжительностью 50–90 минут. Особенностью занятий в данной группе являлось самостоятельное планирование регулярности занятий. Контрольная группа состояла из офицеров одной возрастной группы, представляющих различные кафедры. Занятия в данной группе проводились согласно НФП-2009 специально подготовленным руководителем.

Проблема организации как процесса в данном конкретном случае состоит в упорядочивании различных способов проведения учебно-тренировочных занятий. Иначе говоря, проведение физической подготовки, организованной в виде различных вариантов, должна быть направлена на достижение конкретных результатов физического совершенствования военнослужащих. Поэтому большое значение имеет определение рациональной организационной структуры физической подготовки.

Последовательность работы по организации физической подготовки офицеров предполагает разработку приказа, регламентирующего состав групп, установление времени для занятий.

Из литературы известно, что расписание занятий на месяц отражает конкретную последовательность прохождения программного материала. Кроме того, дни и время занятий для оперативности дублируются в плане-календаре основных мероприятий на месяц [3, с. 42].

На наш взгляд, основной недостаток в организации физической подготовки офицеров состоит в том, что у преподавателей кафедры и руководителей занятий данный вид деятельности является как бы дополнительной общественной нагрузкой, за которую они не несут служебной ответственности. Естественно, что данное обстоятельство весьма негативно сказывается на рациональной организации физической подготовки. Напомним, что физическая подготовка офицеров в высшем военном учебном заведении является составной частью командирской подготовки. Органи-

зует и проводит командирскую подготовку с офицерами непосредственный начальник. Соответственно, у преподавателей организует и проводит физическую подготовку начальник кафедры.

В вышеприведенной организационной структуре полностью отсутствует обратная связь от руководителя занятия до заместителя начальника филиала. Кроме того, существенно «искажается» и прямая связь, так как заместитель начальника филиала достаточно редко ставит задачи руководителям занятий. Заметим также об отсутствии у заместителя начальника филиала соответствующих знаний, умений и навыков в конкретном руководстве физической подготовкой на профессиональном уровне. В.П. Гришинов с соавторами считают, что нарушение общепринятой структуры управления обусловливает достаточно низкое качество проведения физической подготовки офицеров [4, с. 68].

По мнению ряда исследователей, оптимальное управление должно обеспечиваться только функционированием адекватной информации. Другими словами, изменения в качестве проведения (или систематичности занятий) физической подготовки должны приводить к адекватным перестройкам в элементах организации. Отметим, что элементы организации взаимосвязаны [5, с. 83]. Так изменения в содержании планирования находят свое отражение в подготовке руководителей и контроле.

Согласно теории организации надежная система управления должна быть простой по структуре и иметь дублирующие элементы и связи. В частности, при организации физической подготовки на кафедре непосредственный начальник будет отвечать за состояние физической подготовки в своем подразделении. Весьма важным является также наличие минимальной учебно-материальной базы на кафедре. Это обусловлено, прежде всего, тем, что в военно-учебном заведении учебно-материальная база создается для проведения образовательного процесса с курсантами и обеспечение процесса спортивно-массовой работы.

Поэтому имеющаяся учебно-материальная база не в состоянии обеспечить полноценный процесс физической подготовки офицеров-преподавателей в связи с ее «загруженностью» в образовательном процессе курсантов [6, с. 11].

В предлагаемой организационной структуре заместитель начальника филиала по разработанному варианту кафедрой физической подготовки в общем виде определяет алгоритм деятельности командиров батальонов и общевузовских кафедр по проведению физической подготовки офицеров. Далее командиры батальонов с учетом конкретных условий ставят задачи факультетским кафедрам по организации физической подготовки. Начальники кафедр непосредственно руководят процессом физической подготовки преподавателей через заместителя начальника кафедры или наиболее подготовленного преподавателя.

Как отмечает Ю.Г. Елькин, актуальной проблемой при организации физической подготовки преподавателей, как уже отмечалось, является наличие учебно-материальной базы. Нам представляется, что для обеспечения эффективной организации физической подготовки офицеров целесообразно создание минимальной базы на достаточно больших кафедрах [7, с. 157]. В частности, общевузовские открытые плоскостные спортивные сооружения не всегда могут использоваться в связи с плохими погодными условиями. Поэтому, целесообразно оборудование тренажерных залов с помещениями для гидротермических процедур.

Для определения отношения должностных лиц к предлагаемой организационной структуре проведения физической подготовки с преподавателями проведено анкетирование опросным методом.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наименее желательна предлагаемая организационная структура для командиров батальонов. Наибольший процент (из всех опрошенных) преподавателей кафедр физической подготовки высказались за новую структуру проведения занятий по физической подготовке. Это обусловлено тем, что при такой организационной структуре существенно повышается ответственность руководящего состава за состояние физической подготовки преподавателей. В свою очередь, специалисты физической подготовки при такой организационной структуре будут оказывать консультирующую помощь непосредственно руководителям занятий.

Предлагаемая организационная структура физической подготовки преподавателей, на наш взгляд, естественным образом будет соответствовать принятой в высших военных учебных заведениях системе командирской подготовки. Содержательную составляющую организации физической подготовки преподавателей в военно-учебном заведении целесообразно представлять следующими планирующими документами: приказ об организации физической подготовки офицеров, отражение дня и времени занятий в плане-календаре основных мероприятий на месяц, программа по физической

подготовке офицеров с учетом конкретных условий военно-учебного заведения. Кроме того, на наш взгляд, необходимо разрабатывать план по физической подготовке офицеров на месяц с конкретным указанием содержания каждого занятия. Это позволит оперативно управлять процессом физической подготовки офицеров.

По мнению ряда специалистов, «организация физической подготовки» – двухслойное понятие, в котором внутренний слой заключает содержание занятий, а внешний слой – формы реализации содержания в процессе физической подготовки [8, с. 42].

Контент-анализ документов, исследующий состояние физической подготовки офицеров, свидетельствует о низком уровне развития выносливости и силы; весьма значительный процент лиц, имеющих избыточный вес; в военно-учебных заведениях достаточно большие группы лечебной физической культуры [9, с. 55].

Наблюдение за физической подготовкой офицеров показывает, что значительное число из них игнорируют регулярные занятия. По мнению преподавателей, прежде всего это обстоятельство связано с низким качеством организации и проведения учебно-тренировочных занятий, отсутствием необходимой учебно-материальной базы. Поэтому создание минибазы по физической подготовке на кафедрах, имеющих значительное число преподавателей, представляется совершенно необходимым условием эффективной организации физической подготовки. Последовательность опытной организации физической подготовки офицеров-преподавателей предполагает после установления организационной структуры определение критерия ее эффективности и выявление ее факторов, обеспечивающих управление процессом их физического совершенствования.

В ряде работ отмечается, что гипотетическими критериями эффективности процесса оперативной организации физической подготовки офицеров-преподавателей являются состояние их работоспособности и уровень физической подготовленности [10, с. 12]. Кроме того, в контексте данной работы в качестве частных критериев могут быть выделены следующие: процент лиц, сдающих нормативы по физической подготовке; процент лиц, находящихся в группе лечебной физической культуры.

Известно, что последовательность в проверке эффективности опытной организации физической подготовки офицеров-преподавателей в вузе может быть представлена в виде следующих взаимосвязанных этапов:

– на основе регулирования факторов, влияющих на процесс организации, добиваться получения оптимального значения критерия, характеризующего эффективность физической подготовки;

– путем создания организационных условий, обеспечивающих возможность выбора контрольных упражнений, стимулировать участие офицеров в проверках физической подготовки;

– с учетом предварительного обучения офицеров-преподавателей саморегулированию физической нагрузки обеспечить индивидуализацию их физической подготовки.

Результаты изучения проблемы организации физической подготовки офицеров-преподавателей высшего военного учебного заведения свидетельствуют об ее актуальности для обеспечения процесса физического совершенствования данной категории военнослужащих. Действительно, в настоящее время содержание и методика физической подготовки офицеров в достаточно мере обоснованы, однако их реализация в практику сдерживается отсутствием соответствующих технологий организационного проектирования в реальных условиях военно-учебного заведения.

Теоретический анализ данной проблемы показывает, что основные направления совершенствования организации физической подготовки офицеров-преподавателей детерминируются наполнением нового содержания традиционно существовавших элементов организации, установлением зависимости «критерий – приоритетность элементов организации», что совпадает с мнением других специалистов.

Организация физической подготовки офицеров-преподавателей должна строиться, на наш взгляд, на основе принципа личностного приоритета.

Основными направлениями реализации указанного принципа являются:

– подчинение проектируемых тренировочных программ потребностям, интересам и возможностям занимающихся; гибкое планирование тренировочных нагрузок;

– создание возможности самостоятельно изменять процесс построения тренировочной программы.

Выводы

В соответствии с вышеизложенным, можно сделать следующие выводы о том, что обучение руководителей занятий проектированию тренировочных программ, формирование умений ситуационно изменять содержание занятий в зависимости от реакции тренирующихся является одной из

актуальных проблем теории и организации физической подготовки войск.

Совершенствование системы проверки и оценки физической подготовки офицеров в направлении создания условий для выбора ими контрольных упражнений будет содействовать повышению эффективности процесса физической подготовки.

Совершенствование организационного проектирования целесообразно осуществлять в направлении тщательной обработки методик моделирования и конструирования процесса физической подготовки с учетом потребностей и интересов занимающихся. Реализация данного положения возможна при конструировании новых организационных технологий процесса физической подготовки офицеров войск противовоздушной обороны воздушно-космических сил, базирующегося на последовательном переходе от самоорганизации занятий к организации занятий в малых группах (штатных подразделениях).

Список литературы

1. Богатырев Р.В., Борисов А.В. Модель физической подготовки офицеров воздушно-космических сил после возвращения из зоны боевых действий // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017. № 8 (150). С. 11–15.

2. Буриков А.В. Физическая подготовка как мотивационно-ценностный компонент в высшем учебном заведении // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 8. С. 29–31.

3. Буриков А.В. Физическая культура – как составная часть подготовки военных специалистов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 7. С. 41–43.

4. Гришинов В.П., Скрипачев С.А., Якунин Н.И. Межличностные отношения курсантов военно-учебного заведения // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017. № 12 (154). С. 67–71.

5. Елькин Ю.Г. Необходимость качественного обучения курсантов вузов по дисциплине «Физическая подготовка» // Вестник Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. 2018. № 1 (2). С. 80–85.

6. Воронов Н.А. Поступление курсантов в высшее военное училище ПВО // Дневник науки. 2019. № 6 (30). [Электронный ресурс]. URL: http://dnevniknauki.ru/images/publications/2019/6/pedagogics/Voronov.pdf (дата обращения: 18.09.2019).

7. Елькин Ю.Г. Методологическое обоснование средств и методов физического воспитания военнослужащих // Вестник Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. 2019. № 1 (4). С. 156–160.

8. Васин В.Н., Круглова Е.В. Психологическая подготовка военнослужащих к условиям военно-профессиональной деятельности // Colloquium-journal. 2018. № 6–4 (17). С. 41–43.

9. Козниенко И.В. Повышение работоспособности при выполнении профессиональной деятельности средствами физической культуры // Colloquium-journal. 2019. № 6–9 (30). С. 53–56.

10. Воронов Н.А. Физическая подготовка в жизни военнослужащего // Дневник науки. 2019. № 6 (30). [Электронный ресурс]. URL: http://dnevniknauki.ru/images/publications/2019/6/pedagogics/Voronov2.pdf (дата обращения: 18.09.2019.

УДК 372.862

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭКЗАМЕНОВ ПО СТАНДАРТАМ WORLDSKILLS

Бурцев Д.С., Солохненко В.В., Джунковский А.В.

Московский политехнический университет, Москва, e-mail: vc@mospolytech.ru

Движение Worldskills стремительно набирает популярность в отечественном образовании, как среднем, так и высшем. В настоящее время преподаватели Московского политехнического университета все чаще выбирают практико-ориентированную форму приема экзаменов и зачетов с привлечением стандартов профессионального мастерства движения WorldSkills. Такая форма аттестации, с одной стороны, гораздо более требовательна к уровню подготовки студентов, а с другой – наиболее близка к реальной работе будущих специалистов. Суть практико-ориентированных экзаменов заключается в том, что студент получает достаточно объемное задание, которое он должен выполнить в течение условного рабочего дня или даже нескольких дней. Эта задача часто является типичной практической задачей, которую молодому специалисту с большой долей вероятности придется решать с началом своей карьеры. Данная статья содержит опыт подготовки и проведения практико-ориентированного экзамена по дисциплине «Компьютерное проектирование изделий промышленного дизайна». В статье представлены экзаменационные задания, разработанные авторами, критерии оценки в соответствии со стандартами WorldSkills. На основании проведенных экзаменов сделан вывод, что данная форма аттестации является более эффективной, чем классический подход.

Ключевые слова: Worldskills, практико-ориентированный экзамен, САПР, промышленный дизайн, технология художественной обработки материалов

EXPERIENCE IN PREPARING AND CONDUCTING PRACTICE-ORIENTED EXAMS ACCORDING TO WORLDSKILLS STANDARDS

Burtzev D.S., Solokhnenko V.V., Dzhunkovskiy A.V.

Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: vc@mospolytech.ru

The Worldskills movement is rapidly gaining popularity in domestic education, both secondary and higher education. Now teachers of the Moscow Polytechnic University more and more often choose the practice-oriented form of acceptance of examinations and tests with involvement of standards of professional skill of the WorldSkills movement. This form of certification on the one hand is much more demanding to the level of training of students, and on the other is the closest to real work. The essence of practice-oriented exams is that the student receives a fairly voluminous task that he must perform during a conditional working day. This task is often a typical practical task that a young specialist with a high probability will have to solve with the beginning of his career. This article contains the experience of preparing and conducting a practice-oriented exam in the discipline «Computer-aided design of industrial design products». The paper presents the exam tasks developed by the authors, evaluation criteria in accordance with WorldSkills standards. On the basis of the conducted examinations, it is concluded that this form of certification is more effective than the classical approach.

Keywords: Worldskills, practice-oriented exam, CAD, industrial design, technology of artistic processing of materials

Современное производство любой отрасли является высокотехнологичной сферой деятельности. Применение систем автоматизированного проектирования анализа и производства (CAD, CAE, CAM) в этих отраслях давно считается нормой и условием высокого качества результатов. Поэтому улучшение подготовки специалистов в областях владения такими системами является прямым ответом на потребности современного производства.

Среди перечисленных систем – CAD, CAE, CAM – основными являются CAD-системы, системы автоматизированного проектирования. С помощью них создают 3Д модели, которые в дальнейшем используют в системах инженерного анализа и производства (CAE, CAM), а также весь комплекс документации необходимой для реализации производства любого изделия. Таким образом, свободное владение CAD-системами является неотъемлемой составляющей программы подготовки современного инженера.

В то же самое время сфера проектирования и производства не всегда предполагает создание принципиально нового изделия. Очень часто задача состоит в изучении существующих аналогов и прототипов, поиска слабых мест их конструкций и модернизации. В этом случае анализу может подвергаться не только патентная литература, конструкторская или технологическая документация, но и готовый, функционирующий объект. Эта область деятельности современного инженера получила название обратная разработка или реверс-инжиниринг и требует развитых и неординарных знаний и умений. Поэтому, ставя задачу подготовки инженера, отвечающего потребностям современного производства, необходимо уделять внимание не только освоению им высокотехнологичных методов проекти-

рования и производства, но вопросам развития самого инженера как неотъемлемой составляющей сферы производства.

В процессе подготовки современных инженерных кадров в условиях отечественной высшей школы всегда остро стоял вопрос эффективности проведения промежуточной и итоговой аттестации студентов по техническим дисциплинам прикладного характера. На кафедре «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова в Московском политехническом университете в целях повышения достоверности и эффективности проведения экзаменов по дисциплине «Компьютерное проектирование изделий промышленного дизайна» рядом преподавателей был предпринят эксперимент по внедрению в учебный процесс стандартов Worldskills, разработке экзаменационных заданий, методик и критериев их оценивания в соответствии с данными стандартами.

Цель исследования: проверка предположения о том, что практико-ориентированные экзамены, проведение которых регламентируется стандартами соответствующих компетенций Worldskills, могут быть более эффективны при оценивании знаний студентов по техническим дисциплинам прикладного характера, нежели классические экзамены «вопрос-задача» привычные в практике высшей школы.

Материалы и методы исследования

Согласно техническому описанию компетенции термин «Инженерный дизайн CAD (САПР)» – процесс использования систем автоматизированного проектирования при подготовке графических моделей, чертежей, бумажных документов и файлов, содержащих всю информацию, необходимую для создания физического прототипа изделия (объекта) [1].

Также, согласно этому документу, под автоматизированным проектированием понимают использование компьютерных систем для разработки, анализа и оптимизации механических конструкций. Последняя формулировка ограничивает область существования автоматизированного проектирования исключительно CAD, CAE и CAM-системами, которые применяют для разработки и создания технических объектов – деталей автомобилей, судов, самолетов и т.п.

Для соответствующих отраслей промышленности, таких как общее машиностроение, автомобилестроение, судостроение и др., формулировка термина автоматизированное проектирование является исчерпывающей. Однако для сферы технологий художественной обработки материалов (ТХОМ) или дизайна отмеченное в ней ограничение является не совсем верным. Продуктом областей дизайна и ТХОМ являются изделия (объекты), обладающие эстетической ценностью. Несмотря на это, каждое такое изделие есть результат проектирования, сложность и трудоемкость которого может не уступать разработке машиностроительной детали.

При создании колец, серег или иных украшений ювелир разрабатывает не только их дизайн, но и учитывает требования, которые предъявляют к таким изделиям как к конструкциям. Только учет прочностных и технологических свойств драгоценного металла, особенностей технологии получения изделия является основанием для выбора размеров и толщин стенок элементов такого изделия.

Как видно, из представленного примера любое ювелирное изделие является объектом проектирования, как художественного, так и технического. Аналогично, обстоит дело с любыми другими продуктами областей ТХОМ и дизайна – скульптурой, авторской шкатулкой или кованой калиткой. Каждое из перечисленных изделий результат технического проектирования, обладающее эстетической ценностью.

Очевидно, что для таких изделий, так же как и для машиностроительных деталей, на этапе проектирования возможно применение CAD, CAE и CAM-системы. Однако это происходит нечасто. Преобладание художественного содержания над техническим делает неудобным, а в некоторых случаях невозможным использование машиностроительных систем. Поэтому в областях дизайна и ТХОМ находят применение системы, которые не укладываются в исторически сложившуюся классификацию CAD, CAE и CAM. Применение которых, тем не менее, нельзя не назвать автоматизированным проектированием, а их использование полностью отвечает содержанию компетенции «Инженерный дизайн CAD (САПР)» и позволяют создавать графические модели, которые содержат всю информацию, необходимую для создания физического прототипа изделия (объекта) механической обработкой или прототипированием.

Среди широкого спектра систем, применяемых в области дизайна и ТХОМ, следует выделить Rhinoceros и Zbrush.

Rhinoceros, имея в своей основе структуру классической инженерной CAD-системы, одновременно представляет возможность свободной работы с отдельными линиями и поверхностями тел. Система Rhinoceros нашла широкое применение в дизайне и ювелирной промышленности [2, 3].

Система Zbrush зарекомендовала себя в сфере создания компьютерных игр и спецэффектов к фильмам и является прекрасным инструментом современного скульптора. Хорошими примерами ее применения могут быть статуэтки персонажей игр и фильмов, которые и являются продуктом областей дизайна и ТХОМ [4, 5].

Таким образом, применение критериев оценки уровня подготовки специалистов, области ТХОМ и дизайна в рамках компетенции «Инженерный дизайн CAD (САПР)» является допустимым и правильным.

Краеугольным камнем на пути реализации практико-ориентированного подхода к проведению аттестации студентов является составление экзаменационного задания и критериев его оценки. Стандарты Worldskills предусматривают модульную систему формирования задания, которое одинаково для всех экзаменуемых, и два типа критериев оценки: объективные и судейские (субъективные). Предполагается, что критериев оценки должно быть достаточно много для обеспечения наиболее точного результата оценивания достижений каждого участника экзамена.

Экзаменационное задание было разработано как форма контроля знаний умений и навыков, приобретенных в рамках дисциплины «Компьютерное проектирование изделий промышленного дизайна». Целью дисциплины является приобретение студен-

тами знаний, умений и навыков по компьютерным программам, которые используются в области ТХОМ для создания трехмерных моделей художественных изделий с целью, использования их для дальнейшего производства. Поэтому экзамен оценивает уровень освоения и владения цифровыми инструментами и компьютерными программами области ТХОМ.

Одной из самых сложных и трудоемких задач в области технологий художественной обработки материалов является создание статуэток и скульптурных композиций. Обычно скульптор – автор скульптуры или статуэтки, выступает в роли заказчика, а специалист в области ТХОМ является исполнителем этого проекта. Его задачей является реализация технологии изготовления изделия, созданного скульптором, сохранение и передача всех особенностей его художественного образа в выбранном материале.

Так как специалист в области ТХОМ не обладает умениями и навыками скульптора или художника в достаточной степени, он должен владеть инструментами которые позволяли бы работать с художественным изделием без существенного влияния на его художественный образ, со своей стороны.

Содержательно экзаменационное задание относится к области проектирования художественных изделий и заключается в создании 3Д модели скульптуры, готовой для производства. Участнику экзамена предоставляют авторскую скульптуру, выполненную из глины, воска или пластилина (рисунок).

Скульптура к экзаменационному заданию

Используя метод 3Д сканирования, участник создаёт её 3Д модель с минимально возможным количеством искажений геометрии скульптуры.

После этого происходит доработка полученной 3Д модели в системе Zbrush. Заключительным этапом является создание подставки в системе Rhinoceros, перевод её в систему Zbrush, доработка и объединение с 3Д моделью скульптуры.

Экзаменационное задание разделено на три модуля М1, М2, М3. Наименование модулей, их составных частей и нормы времени на выполнение представлены в табл. 1. Задачей первого модуля является получение с помощью сканера 3Д модели скульптуры с минимальным количеством дефектов поверхности и искажением её геометрии. Участнику экзамена выдаётся авторская скульптура и предоставляется всё необходимое оборудование для проведения 3Д сканирования (3Д сканер, поворотный стол, ноутбук, соединительные провода). Каждый участник самостоятельно осуществляет подготовку к сканированию и само сканирование. Каждому участнику экзамена предоставляют 3 попытки сканирования и выбор между 3Д моделями трёх попыток. Второй модуль содержит две задачи: устранение дефектов 3Д модели и искажений геометрии её элементов, которые могут возникнуть на модели при сканировании скульптуры и художественная доработка 3Д модели. Сканирование не может в полной мере передать рельеф поверхности объекта. Узкие отверстия и впадины, теневые зоны, закрытые выступающими элементами скульптуры, не будут воспроизведены на поверхности модели, что существенно скажется на её художественном образе. Поэтому помимо устранения дефектов, неизбежных при сканировании, требуется обязательная доработка модели в системе Zbrush. Задачей третьего модуля является создание устойчивой подставки, которая будет дополнять художественный образ скульптуры. Создание подставки требуется осуществить в три шага. Изначально 3Д модель подставки создают в системе Rhinoceros, что позволяет создать подставку с точными размерами и конфигурацией. Далее 3Д модель подставки экспортируют в систему Zbrush, где проводят необходимую её доработку и объединение с 3Д моделью скульптуры.

Модули экзаменационного задания (М1, М2, М3) оцениваются по отдельности по 100-балльной системе с помощью критериев, представленных в табл. 2. Общий балл за экзамен выставляется как среднее арифметическое от суммы оценок за все три модуля, даже если выполнены только один или два модуля из трёх.

Такая система позволит оценить каждого участника экзамена вне зависимости от степени законченности задания.

Результатом экзамена является рейтинг участников экзамена, в котором каждый из них может увидеть и осознать уровень своих умений и навыков в применении цифровых инструментов и компьютерных программ для решения задач области ТХОМ

Таблица 1

Модули задания и нормы времени на их выполнение

Модуль	Наименование задачи модуля		Время, ч
1	Создание 3Д модели объекта с применением трёхмерного сканера		3
2	Доработка 3Д модели скульптуры в программном продукте ZBrash		4
3	Проектирование 3Д модели подставки для скульптуры		3
	3.1	Создание 3Д модели подставки в системе Rhinoceros	1
	3.2	Перевод 3Д модели подставки в систему Zbrush и её доработка	1
	3.3	Объединение 3Д моделей скульптуры и подставки	1

Таблица 2

Критерии оценки

№	Критерий оценки	Описание		Вид	Значимость (в баллах)
1.1	Количество сканов для создания трёхмерной модели	от 10 до 16	45	Объективный	45
		от 16 до 24	30		
		свыше 24	15		
1.2	Количество элементов скульптуры с искажённой геометрией	не более 3 элементов	45	Объективный	45
		от 3 до 5 элементов	30		
		более 5 элементов	15		
1.3	Сканирование скульптуры в другом положении для воспроизведения нижней части модели	проведено	10	Объективный	10
		не проведено	0		
2.1	Количество дефектов поверхности 3Д модели (не сшитые полигоны в 3Д модели «Дырки»)	нет	50	Объективный	50
		не более двух	25		
		не более пяти	15		
2.2	Степень соответствия скульптуре, полученной 3Д модели	– Детальность проработки элементов 3Д модели в сравнении со скульптурой; – Детальность проработки рельефа 3Д модели в сравнении со скульптурой		Субъективный	50
3.1	Соответствие габаритных размеров 3Д модели требуемым	± 1 мм	40	Объективный	50
		± 3 мм	25		
		± 5 мм	15		
3.2	Общая эстетическая ценность 3Д модели скульптуры	– Грамотно осуществлён, без искажения геометрии 3Д модели, экспорт-импорт между системами Rhinoceros и Zbrush; – Законченность (качество сборки 3Д модели в Zbrush)		Субъективный	50

Результаты исследования и их обсуждение

На данный момент по разработанному заданию проведено уже 5 практико-ориентированных экзаменов. Однозначно можно утверждать, что в этом случае практически отсутствует возможность «списать» или вытащить «счастливый» билет, так как задание представляет собой объемную работу, выполнение которой невозможно без обладания надлежащими знаниями и умениями в области изучаемых технологий. Также следует отметить, что со стороны студентов отмечается большая мотивация к успешной сдаче такого экзамена. Основным минусом практико-ориентированной формы можно назвать длительность проведения экзамена, что приводит к повышению нагрузки на преподавателей.

Заключение

По мнению авторов, практико-ориентированные экзамены по стандартам WorldSkills могут применяться в качестве достойной альтернативы классическим формам аттестации учащихся с целью повышения ее качества и достоверности.

Список литературы

1. «WorldSkills Russia». Техническое описание. Инженерный дизайн CAD (САПР) [Электронный ресурс]. URL: http://worldskills.ru/nashi-proektyi/chempionatyi/mezhvuzovskie-chempionatyi/texnicheskaya-dokumentacziya (дата обращения: 20.07.2019).

2. Уроки, видеоуроки, статьи, новости, посвященные Rhinoceros, T-Splines, Grasshopper [Электронный ресурс]. URL: http://rhinohelp.ru/ (дата обращения: 20.07.2019).

3. Бражникова О.И. Компьютерный дизайн художественных изделий в программах Autodesk 3DS Max и Rhinoceros: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2016. 100 с. [Электронный ресурс]. URL: https://e.lanbook.com/book/98286 (дата обращения: 20.07.2019).

4. Все о ZBrush 4r2 [Электронный ресурс]. URL: http://zbrush.ucoz.ru/publ/zapis_s_seminara_po_zbrush_4_v_3_chastjakh_rtfs_zbrush/1-1-0-45 (дата обращения: 20.07.2019).

5. Келлер Э. Введение в ZBrush® 4. М.: ДМК Пресс, 2012. 768 с. [Электронный ресурс]. URL: https://e.lanbook.com/book/4154 (дата обращения: 20.07.2019).

УДК 378.147

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ УМЕНИЙ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

Кириллова Т.В.

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», Астрахань, e-mail: fedko.tatyana@mail.ru

В сфере развития высшего образования организация контактной работы студентов приобретает новый статус. Эффективность контактной аудиторной и внеаудиторной работы можно повысить за счет активного применения в процессе обучения будущих специалистов широкого набора возможностей, предоставляемых электронной информационно-образовательной средой вуза. Частичный перенос такого обучения в электронную среду позволяет использовать технологию смешанного обучения. В статье приведен пример организации контактной аудиторной и внеаудиторной работы студентов при изучении курса «Методика обучения физике», для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Педагогическое образование» с помощью разработанного электронного образовательного ресурса, размещенного в ЭИОС вуза. Описано содержание ЭОР в соответствии с рабочей программой по дисциплине, содержащей информационный блок, учебно-методические материалы и интерактивные элементы, направленные для совместной и индивидуальной работы в ЭИОС вуза. Приведены примеры использования различных интерактивных элементов электронного образовательного ресурса, используемых для оценки уровня сформированности методических умений. Полученные результаты в ходе педагогического эксперимента наглядно представлены и демонстрируют целесообразность внедрения разработанной методики обучения с применением разработанного ЭОР в практику подготовки будущих учителей физики.

Ключевые слова: электронный образовательный ресурс, методические умения, учитель физики, LMS Moodle, ЭИОС вуза

ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCE AS A MEANS OF IMPLEMENTING METHODOLOGIES FORMING METHODICAL ABILITIES IN FUTURE PHYSICS TEACHERS

Kirillova T.V.

Federal State Budget Institution of Higher Education «Astrakhan State University», Astrakhan, e-mail: fedko.tatyana@mail.ru

In the field of development of higher education, the organization of students' contact work acquires a new status. The effectiveness of contact classroom and extracurricular activities can be improved through the active use in the process of training future specialists of a wide range of opportunities provided by the electronic information and educational environment of the university. Partial transfer of such training to the electronic environment allows the use of blended learning technology. The article provides an example of the organization of contact classroom and extracurricular work of students when studying the «Methods of Teaching Physics» course for students studying in the direction of preparation «Pedagogical Education» using the developed electronic educational resource hosted at the university's EIOS. The content of the ESM is described in accordance with the work program for the discipline, which contains an information block, teaching materials and interactive elements aimed at joint and individual work in the university's EEOS. Examples are given of the use of various interactive elements of an electronic educational resource used to assess the level of formation of methodological skills. The results obtained during the pedagogical experiment are graphically presented and demonstrate the feasibility of introducing the developed teaching methodology using the developed ESM into the practice of training future physics teachers.

Keywords: electronic educational resource, methodological skills, physics teacher, LMS Moodle, EIOS university

Глобальные процессы, происходящие во всех сферах современного российского общества, неизбежно затрагивают и профессиональную деятельность педагога. Согласно указу президента В.В. Путина «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года», одним из важнейших пунктов является вхождение Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования [1]. Поэтому от современного педагога требуется реализация качественного процесса обучения, предполагающего изменение статуса учителя: от источника готовых знаний к организатору познавательной деятельности учащихся.

Однако исследования компетенций учителей различных предметов, проводимые Рособрнадзором с 2015 по 2018 г., показали, что значительный процент учителей имеет недостаточный уровень методической подготовки. Поэтому проблема формирования методических умений у будущих учителей представляется одной из наиболее актуальных, особое значение это приобретает в условиях цифровизации образования.

Новое поколение Федеральных государственных образовательных стандартов

высшего образования формулирует новые требования к учебному образовательному процессу подготовки учителя. Одним из основополагающих требований организации такой подготовки является работа обучающихся в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС), одним из элементов которой является система управления обучением. В большинстве вузов России [2–4], в том числе в Астраханском государственном университете, в течение нескольких последних лет используется система управления обучением на платформе модульной объектно-ориентированной динамической среды (LMS) Moodle. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на который подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от их местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. Анализ литературы показал, что имеется большое количество опубликованных работ из опыта применения LMS Moodle для создания и сопровождения учебных курсов для подготовки различных специалистов [5–7]. Однако отсутствуют ЭОР, направленные на формирование методических умений будущего учителя физики. В связи с этим актуализируется проблема разработки содержания электронных образовательных ресурсов (ЭОР), направленных на формирование методических умений будущего учителя, и методика их использования в образовательном процессе.

Цель исследования: разработать и внедрить в электронную среду вуза электронный образовательный ресурс по курсу «Методика обучения физике» и разработать методику формирования методических умений, связанных с проектированием и проведением уроков по получению новых физических знаний.

Материалы и методы исследования

Поиск способов создания новых дидактических и технологий обучения, позволяющих алгоритмизировать процесс формирования у будущего учителя методических умений, требует переосмысления как в отношении содержания, так и форм обучения студентов в вузе.

Одной из активно применяемых технологий обучения, позволяющей частично переносить учебный процесс в электронную среду, является технология «смешанного обучения» (blended learning), т.е. сочетание традиционного обучения (лекционно-семинарских занятий) с элементами электронного обучения, реализуемого с помощью электронных образовательных ресурсов, размещенных в ЭИОС вуза. В результате такого обучения осуществляются три направления интерактивного взаимодействия, представленные на рис. 1.

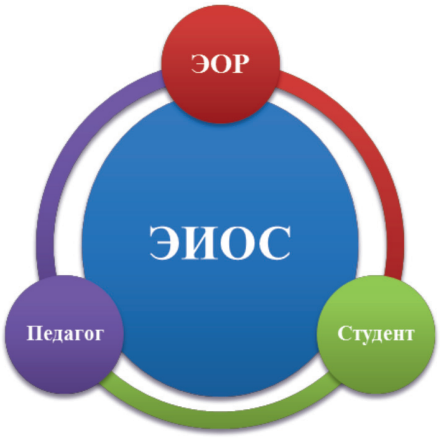


Рис. 1. Модель интерактивного взаимодействия при смешанном обучении

Смешанное обучение сочетает в себе лучшие стороны электронного и традиционного обучения, во-первых, аудиторные занятия с живым контактом группы и преподавателя дополняются работой в электронной среде, как во время занятия, так и дома, а, во-вторых, электронная среда позволяет ориентироваться на индивидуальные стили студентов, их современные интересы и потребности общения в виртуальной среде [8].

Результаты исследования и их обсуждение

В данном исследовании возможности ЭИОС вуза применены для разработки ЭОР по курсу «Методика обучения физике» для будущих учителей физики.

Структура ЭОР представляет собой следующие части:

1. Информационный блок.
2. Модули курса.
3. Элементы курса.

В информационном блоке содержится следующая информация:

– сведения о преподавателях – ФИО, должность;

– ссылка на рабочую программу по дисциплине;

– метаданные о курсе – направление подготовки, форма обучения;

– новостной форум – объявления по курсу;

– глоссарий по курсу – основные понятия, термины, определения по дисциплине «Методика обучение физике»;

– методические указания по работе с курсом – содержание и структура ЭОР, порядок работы с курсом, система оценивания результатов выполнения плана;

– копилка – методические разработки сценариев уроков по различным элементам физических знаний, презентации к разработанным студентами урокам;

– Анкета – опрос студентов, выявляющий их отношение к методике организации обучения с применением ЭИОС.

Содержание одного из разделов курса «Методика обучения физике» реализуется в течение 128 аудиторных часов и направлено на формирование методических умений по разработке и реализации уроков изучения нового материала.

Дидактические средства для усвоения знаний и приобретения умений представлены в виде тестовых заданий; заданий по конкретизации обобщенных логических схем применительно к конкретным физическим знаниям; заданий на самостоятельную разработку фрагмента сценария урока; заданий на анализ видеозаписей уроков физики; заданий на рефлексию своих действий и действий сокурсников.

Структура курса разбивается на 5 модулей, направленных на формирование у будущих учителей физики методических умений по созданию 1) понятия о физическом явлении, 2) понятия о физическом объекте, 3) понятия о физической величине, 4) научного факта, 5) физического закона. Цель каждого модуля состоит в формировании у студентов деятельности по разработке и проведению уроков изучения нового физического материала.

В каждом модуле в соответствии с рабочей программой по дисциплине размещаются учебно-методические материалы по каждому виду занятий – материалы к лекционным, практическим и семинарским занятиям (предметные знания в виде определения понятий, суждений, формулировок законов, научных фактов, содержание деятельности по получению конкретного элемента физического знания на основе известной обобщенной логической схемы создания того или иного знания, ориентиры для разработки урока по созданию элемента физического знания, тексты и видеофрагменты, описывающие открытия ученых, образцы текстовых сценариев и видеозаписей уроков физики). Для осуществления контроля и документирования выполнения студентами учебного тематического плана в каждом модуле имеются интерактивные элементы, состоящие из контроля знаний и практикума. На рис. 2 представлены структура и содержание модуля 3. «Организация познавательной деятельности учащихся по созданию понятия о физической величине».

Реализация методики формирования методических умений, состоящая из проектировочного и деятельностно-рефлексивного этапов, осуществляется с помощью разработанного ЭОР, размещенного в ЭИОС Астраханского государственного университета.

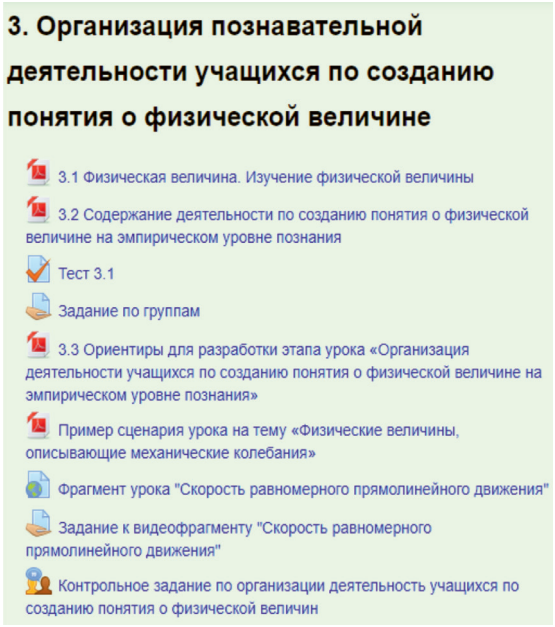


Рис. 2. Интерфейс одного из модулей электронного образовательного ресурса

На проектировочном этапе студенты осваивают методическое умение по проектированию урока создания нового физического знания. При этом студенты во время и после выявления обобщенного способа создания того или иного элемента физического знания и ориентиров организации познавательной деятельности школьников выполняют определенные виды заданий. В качестве примера приведем задания, созданные с помощью элемента курса Тест, содержащий задания не только с выбором ответа, но с выбором пропущенных слов, на соответствие, задание-эссе и задания, требующие краткого ответа (рис. 3).

На деятельностно-рефлексивном этапе формируется методическое умение по реализации урока создания нового физического знания. Каждый студент получает задание разработать урок по созданию конкретного элемента физического знания.

При проведении семинарских занятий, где каждому студенту необходимо выступить в роли учителя, организующего познавательную деятельность учащихся (одногруппников) по добыванию нового физического знания, параллельно в режиме онлайн студенты оценивают проведенный урок по 15 критериям (рис. 4) с помощью элемента курса «Семинар». При этом студент получает 2 оценки: среднюю оценку одногруппников за проведенный им урок и оценку за рецензирование проведенных одногруппниками уроков.

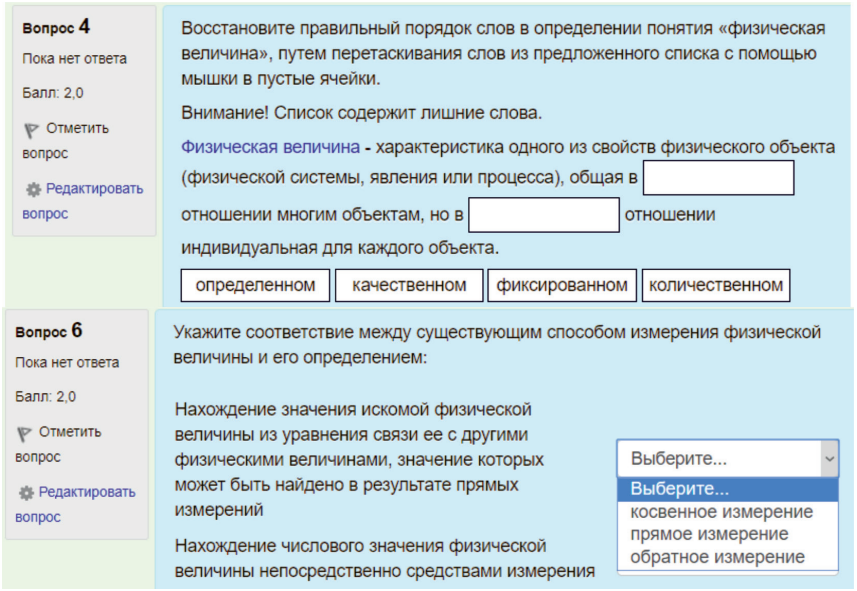


Рис. 3. Примеры тестовых заданий

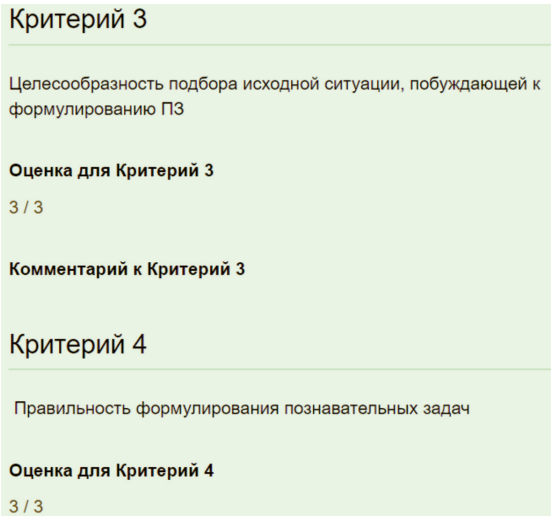


Рис. 4. Пример критериев оценивания проведенного студентом урока

В итоге по каждому модулю в системе электронного обучения «Moodle» студент получает совокупную оценку за выполнение каждого вида деятельности в баллах, взятую из мониторинга оценок, учитываемую преподавателем при выставлении оценки на итоговом экзамене.

Для оценки уровня сформированности методических умений был проведен педагогический эксперимент, в котором приняли участие 38 студентов, обучающихся по направлению подготовки «Педагогическое образование». Для оценки результатов педагогического эксперимента (рис. 5) на итоговом контроле использовалась порядковая шкала. Для полученных данных использовался критерий однородности χ^2 («хи-квадрат»). По результатам произведенных расчетов выполнения задания итогового экзамена по курсу «Методика обучения физике» и оценок, полученных за уроки, проведенные во время прохождения педагогической практики в школе, получен результат $\chi^2 = 6{,}88$, больший по сравнению с критическим значением статистики критерия $\chi^2_{кр} = 5{,}99$.

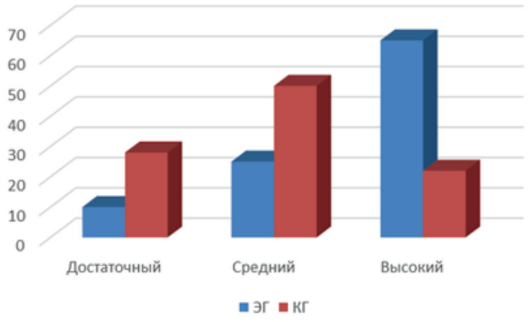


Рис. 5. Диаграмма результатов освоения студентами методических умений с применением электронной среды

Выводы

После окончания эксперимента достоверность различий характеристик контрольной и экспериментальной групп составила 95%. Результаты проведенного педагогического эксперимента доказали, что при-

менение разработанного ЭОР при изучении курса «Методика обучения физике» позволяет сформировать у большинства студентов планируемые методические умения в основном на среднем и высоком уровнях.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: http://ivo.garant.ru/#/document/71937200/paragraph/1:0 (дата обращения: 05.09.2019).

2. Ахтамова С.С. Использование информационных технологий при обучении в педагогическом вузе // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=27700 (дата обращения: 03.09.2019).

3. Белозёрова С.И., Чуйко О.И. Опыт применения LMS MOODLE для создания и сопровождения учебных курсов // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=28448 (дата обращения: 03.09.2019).

4. Лаврентьев С.Ю., Крылов Д.А. Использование электронных технологий в образовательной среде вуза // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 11. С. 129–133.

5. Абдрахманова И.В., Лущик И.В., Сандирова М.Н. Особенности проектирования и использования электронных образовательных ресурсов для систем дистанционного обучения при подготовке специалистов в области физической культуры и спорта // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=27654 (дата обращения: 03.09.2019).

6. Белых Т.И., Бурдуковская А.В., Рубина Н.В. Стратегия оценки знаний, умений и навыков студентов, изучающих дисциплину «Эконометрика», с применением электронной информационно-образовательной среды Байкальского государственного университета // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=28693 (дата обращения: 03.09.2019).

7. Гайдамак Е.С., Раскина И.И., Чеботарев Н.А. Электронная поддержка образовательного процесса подготовки бакалавров направления «Прикладная информатика» // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 7. С. 92–96.

8. Крутова И.А., Кириллова Т.В. Инновационные технологии в подготовке будущих учителей физики // Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Рязань, 28–29 марта 2019 года). Рязань, 2019. С. 182–185.

9. Кириллова Т.В. Электронная информационно-образовательная среда как средство организации контактной работы в процессе методической подготовки будущих учителей физики // Образование в цифровую эпоху: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции (г. Астрахань, 25–26 апреля 2019 г.). Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2019. С. 84–87.

УДК 373.2:376

СОСТОЯНИЕ ФРАЗОВОЙ РЕЧИ У ДОШКОЛЬНИКОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Ковригина Л.В., Крупина А.А.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», Новосибирск, e-mail: korped2002@mail.ru

В представленной статье рассматривается проблема развития фразовой речи у детей с нарушением опорно-двигательного аппарата. Ввиду увеличения количества детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями здоровья возрастает необходимость в разработке более актуальных подходов к выявлению и преодолению имеющихся у них нарушений. Цель исследования заключалась в разработке системы диагностических заданий, направленных на дифференциальную диагностику возрастных и патологически обусловленных нарушений фразовой речи у детей с нарушением опорно-двигательного аппарата. Результаты проведенного исследования позволили выявить соотношение нарушений развития фразы во внутренней и внешней речи у детей указанной категории. Это доказывает неоднородность речевого недоразвития у детей дошкольного возраста с нарушением опорно-двигательного аппарата и позволяет обосновать направления и содержание коррекционной работы в соответствии со спецификой нарушений фразовой речи. Теоретическая значимость представленной работы заключается в систематизировании материала по проблеме выявления механизмов нарушений фразовой речи у детей с двигательной недостаточностью, попытке разработать новый подход к организации педагогического воздействия как на диагностическом, так и на коррекционном этапе коррекционно-педагогического воздействия. Практическая значимость исследования заключается в разработке системы диагностических заданий, оценивающей состояние фразы в экспрессивной и импрессивной речи и позволяющая выявить определенный вид соотношения.

Ключевые слова: нарушение опорно-двигательного аппарата, дошкольники, импрессивная речь, экспрессивная речь, фразовая речь, диагностика

CONDITIONS OF PHRASE SPEECH AT PRESCHOOLERS WITH DISTURBANCES OF THE MOTOR-MOTOR APPARATUS

Kovrigina L.V., Krupina A.A.

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, e-mail: korped2002@nail.ru

This article discusses the problem of the development of phrasal speech in children with a violation of the musculoskeletal system. In view of the increase in the number of preschool children with disabilities, there is an increasing need to develop more relevant approaches to identify and overcome their existing disorders. The purpose of the study was to develop a system of diagnostic tasks aimed at the differential diagnosis of age-related and pathologically caused phrases of speech in children with the consequences of cerebral palsy. The results of the study allowed us to identify the ratio of violations of the development of phrases in internal and external speech in children of this category. This proves the heterogeneity of speech underdevelopment in preschool children with a violation of the musculoskeletal system and allows us to justify the directions and content of correctional work in accordance with the specifics of phrasal speech disorders. The theoretical significance of the presented work is to systematize the material on the problem of identifying the mechanisms of phrasal speech disorders in children with motor impairment, trying to develop a new approach to the organization of pedagogical impact both at the diagnostic and at the correctional stage of correctional and pedagogical impact. The practical significance of the study lies in the development of a system of diagnostic tasks that evaluates the state of a phrase in expressive and impressive speech and allows you to identify a certain type of relationship.

Keywords: disorders of the musculoskeletal system, preschoolers, impressive speech and expressive speech, phrasal speech, diagnostics

Развитие речевой деятельности ребенка начинается с невербальных способов взаимодействия с миром и идет к активному и самостоятельному использованию в речи фраз различной структурной сложности. Проблема формирования фразовой речи особенно остро стоит в том случае, когда протекает на фоне специфического нарушения в развитии. Мы бы хотели обратить внимание на детей с нарушением опорно-двигательного аппарата различной степени тяжести. По данным K.C. Hustad, K. Allison и других, к двум годам более 40% детей этой категории остаются безречевыми, примерно столько же имеет в активном словаре отдельные слова и только чуть более 15% способны составлять простые фразы и реализовывать коммуникативную направленность фразы [1].

Многочисленные исследования в вопросах речевого развития детей с дефектами в моторной сфере раскрывают проблемы специфических двигательных актов артикуляционной моторики, фонетико-фонематической и лексико-грамматической стороны речи. Однако к проблеме формирования и развития фразы как уникальной единицы речи у детей с нарушением опорно-двига-

тельного аппарата обращались немногие исследователи.

Исследование проводилось с целью дифференциальной диагностики нарушений фразовой речи у детей с нарушением опорно-двигательного аппарата в импрессивной и экспрессивной речи.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе МКОУ специальная (коррекционная) начальная школа № 60 «Сибирский лучик» в г. Новосибирске в сентябре – октябре 2017 г. Экспериментальная группа исследования была сформирована из 20 детей дошкольного возраста 5–7 лет с нарушением опорного-двигательного аппарата различной степени тяжести. По заключению психолого-медико-педагогической комиссии у всех дошкольников было выявлено общее недоразвитие речи – первый, второй и третий уровни речевого развития.

Первый уровень речевого развития означает отсутствие фразы и в традиционных диагностических методиках предполагает исключение этих детей из исследования. Данное заключение касается непосредственно экспрессивной речи, а именно возможности реализовать внешнюю программу высказывания. Но проблема многих современных методик обследования речи заключается в акцентировании внимания только на оценке внешнего уровня речевой активности, что противоречит комплексному и системному подходу в изучении самого феномена речи [2]. Мы предполагаем, что у части детей с нарушением опорно-двигательного аппарата ввиду моторных трудностей реализации внешней речи состояние фразы можно проследить при оценке импрессивной речи. Именно поэтому дети с первым уровнем речевого развития были включены в исследование.

Для достижения цели исследования необходимо было провести комплексное и системное изучение состояния фразы у дошкольников с нарушением опорно-двигательного аппарата. В специальной литературе методика обследования состояния фразовой речи представлена отдельными видами заданий в структуре оценки грамматического строя речи и связного высказывания. Разрабатывая систему диагностических заданий, мы опирались на рекомендации по анализу грамматического и синтаксического структурирования высказывания с учетом психолингвистического подхода, описанные Л.В. Ковригиной [3]. Этот подход позволил в методику исследования фразовой речи включить два блока заданий, направленных на обследование состояния фразы на двух уровнях:

Блок I. Исследование импрессивной фразовой речи.

Блок II. Исследование экспрессивной фразовой речи.

Первый блок представлен серией из четырех заданий, позволяющих исследовать состояние фразы в импрессивной речи детей с нарушением опорно-двигательного аппарата.

1. Исполнение инструкций разного типа.
2. Дифференциация предложно-падежных конструкций.
3. Дифференциация форм глагола.
4. Подбор сюжетной картинки к фразе.

Во второй блок обследования вошло пять заданий, направленных на оценку состояния фразы во внешней речи.

В этот блок были включены следующие задания:

1. Повторение предложений разной структуры.
2. Составление предложения по сюжетным картинкам.
3. Построение фразы из опорных слов.
4. Вставка пропущенного слова во фразу.
5. Верификация предложения.

Задания подобраны таким образом, чтобы раскрыть возможности ребенка по составлению фразы различной сложности. При оценке высказываний нами обращалось внимание на количество слов в фразе, структуру предложений, используемые грамматические категории.

Для проведения количественного анализа результатов нами была разработана балльная система оценки, в которой каждое задание оценивается в диапазоне от 0 до 4-х баллов. Включение в методику двух блоков заданий позволяет проследить состояние фразы у дошкольников с нарушением опорно-двигательного аппарата как на уровне внутренней, так и на уровне внешней речи и выявить определенную степень соотношения сформированности и недоразвития. С этой целью баллы, полученные за каждый блок, не суммируются, а интерпретируются при оценке результатов выполнения соответствующей группы заданий. Максимальное количество баллов за первый блок заданий 16, за второй блок – 20 баллов.

Исходя из представлений об уровнях выполнения заданий, сформулированных в соответствии с критериями оценки знаний у детей дошкольного возраста В.И. Логиновой [4], нами были выделены три уровня развития фразы на каждом из уровней речи: низкий, средний и высокий.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе анализа полученных результатов нами были выделены следующие виды соотношения развития фразы во внутренней и внешней речи:

– *равноценно низкий*: низкий уровень состояния фразовой речи в двух блоках системы диагностический заданий;

– *неравноценный*: низкий уровень состояния фразовой речи в одном блоке системы диагностический заданий и высокий уровень в другом блоке;

– *равноценно удовлетворительный*: средний уровень состояния фразовой речи в одном блоке системы диагностический заданий и средний или высокий уровень в другом.

Давая характеристику состояния фразы детей, у которых был выявлен равноценно низкий вид соотношения, нужно отметить наличие наиболее сложных и глубоких интеллектуальных нарушений в структуре дефекта. Как отмечает С.А. Немкова, интеграция сенсорных сигналов различной модальности в один образ с последовательной их обработкой, обобщением и формированием определенного понятия возможно только в том случае, когда осуществляется согласованная совместная работа коры и подкорковых структур правого и левого полушарий [5]. Результаты данной группы

детей отражают недостаточную скоординированность деятельности правого и левого полушарий.

Активный и пассивный словарь детей резко ограничен обиходно-бытовым словарем, дети с трудом оперируют обобщающими понятиями, затрудняются в выделении части целого. Даже при наличии у детей представлений об окружающем мире взрослым приходится постоянно стимулировать дошкольников для выполнения заданий.

Лишь один ребенок данной группы может целенаправленно дифференцировать некоторые простейшие грамматические формы – единственное и множественное число существительных и глаголов. Для остальных, несмотря на относительную сформированность понятий «один – много», остается недоступным грамматическое выражение данных связей.

Часто дети взаимодействуют с другими, используя жесты или однословные предложения, чаще представленные существительным. Один из дошкольников часто использует заученные фразы из игровой деятельности или повседневной жизни без учета контекста ситуации: «Слушай, Имя ребенка», «Дом, дом, домик большой».

Выполнение простой инструкции требует контроля со стороны взрослого. Подбор картинок к названному предложению дошкольники данной группы выполняют только при выборе из двух максимально различных вариантов, допуская ошибки в некоторых случаях.

При выполнении заданий на составление фразы во внешней речи все дети показали неспособность воспроизвести высказывания сложной синтаксической структуры. Даже воспроизведение простой фразы по образцу или составление самостоятельного высказывания дробится на перечисление объектов действительности, отмечаются персеверации отдельных слов (Зайчик ест морковку – *Заясь… моковка…заясь…*).

В данном случае мы можем говорить о низком уровне лингвистической организации речи, которая характеризуется способностью к усвоению и применению определенных правил языковой системы. По мнению J. Kormos, легкость усвоения этих правил определяется лингвистическими способностями, включающими в себя знание лингвистических единиц, правил сочетаемости слов и построения предложений [6]. Таким образом, на наш взгляд механизмом нарушения фразовой речи у детей с равноценно низким соотношением показателей в обоих блоках исследования можно считать несформированность лингвистических способностей.

Наиболее интересный случай развития фразовой речи представлен в группе дошкольников с нарушением опорно-двигательного аппарата, имеющих неравноценный вид соотношения развития фразы в импрессивной речи по сравнению с экспрессивной. Ключевой особенностью детей данной группы является сложная структура двигательного дефекта, обусловленная гиперкинетической формой двигательных нарушений. Механизм нарушений связан с патологией мышечного тонуса в верхних и нижних конечностях и наличием непроизвольных насильственных движений (гиперкинезов), различных по характеру и степени выраженности. В силу описанных особенностей двигательной сферы у детей также грубо страдает артикуляционная моторика.

При выполнении заданий второго блока дошкольники не договаривают фразу до конца, замолкают или застревают на отдельном элементе высказывания. Кроме того, полученные фразы трудно воспринимаемы на слух и практически неразборчивы для незнакомого с особенностями речевого развития детей человека. Именно поэтому при выполнении большинства заданий второго блока дети с такой формой двигательных нарушений получали 1 балл ввиду неполного выполнения и трудностей дифференцировки окончаний слов, выражающих грамматические отношения, что полностью соответствует обычному для таких детей заключению о наличии у них первого уровня речевого развития. Лишь один ребенок данной группы имеет второй уровень развития речи, так как его фразы относительно понятны для окружающих. Однако при этом у этого ребенка отмечаются множественные нарушения грамматического оформления высказывания.

Однако, если обратиться к заданиям первого блока, направленным на исследование состояния фразы на импрессивном уровне, можно отметить наличие высоких показателей при выполнении заданий первого блока. Данный результат сопоставим с результатами детей, у которых был выявлен высокий уровень и в импрессивной, и в экспрессивной речи. Следовательно, на наш взгляд, в этой группе детей нельзя однозначно говорить о низком уровне развития речи в целом и развития фразовой речи в частности.

Так, дошкольники способны исполнять даже сложные инструкции, испытывая затруднения лишь в двигательной реализации требуемого. У двоих детей отмечается более низкий уровень сенсорного восприятия и трудности в дифференциации грамматических форм. Возможным фактором влия-

ния в данном случае являются парциальная недостаточность познавательной сферы и трудности в переключении внимания.

При необходимости грамматического структурирования предложения часть детей отказывалась выполнять задание или же дети допускали ошибки, неверно истолковывали грамматические связи (Маша поет громче Кати – *Маса пойот громко … Катa*). На наш взгляд, это демонстрирует потребность в практическом опыте по построению фразы для формирования полноценной лексико-грамматической системы языка у детей с нарушением опорно-двигательного аппарата. Только через практический опыт возможно становление тесной связи между различными языковыми единицами. Это позволяет перейти к абстрактному типу мышления, открывая новые возможности для речевого и познавательного развития. В зарубежной литературе отмечают влияние степени данного уровня развития речи и уровня вербального интеллекта. При этом, по данным S. Sigurdardottir и T. Vik, высокий уровень отмечается у 45% детей с различными нарушениями в двигательной сфере, что свидетельствует о высоком потенциале в работе по коррекции речевых нарушений с учетом их специфики моторного и речевого развития [7].

Самая многочисленная группа детей представляет равноценно удовлетворительный вид соотношения. Высокий уровень в импрессивной речи и средний уровень в экспрессивной продемонстрировали девять дошкольников из общего числа детей экспериментальной группы, а средний уровень состояния фразы в двух блоках системы диагностических заданий показали трое детей.

Дети данной группы имеют различную степень нарушения двигательных функций – от парезов нижних конечностей с трудностями координации в движениях пальцев рук до общей моторной неловкости и дискоординации как остаточного эффекта проведенной коррекционной работы. Диапазон баллов, полученных детьми данной группы, достаточно широк, что предполагает более подробный анализ результатов с целью выявления ведущего механизма нарушения.

В характеристике детей данной группы необходимо отметить обилие ошибок при определении грамматических форм предложно-падежных конструкций и глагольных форм. Недостаточная сформированность оптико-пространственных представлений и ограниченный практический опыт, несомненно, повлияли на формирование связей между отражением взаимосвязей в окружающей действительности и верной грамматической формой.

Вторым по доступности заданием оказалось исполнение инструкции, причем в большей степени инструкции с условием. Ошибаясь в первых пробах задания, дети постепенно регулировали свою деятельность и могли верно исполнить полную инструкцию. Но были и те, кто продолжал систематически допускать ошибки, что в большей степени говорит о ригидности психической деятельности, трудностях саморегуляции и нестабильности психических функций.

При выполнении задания на соотнесение высказывания с одной из сюжетных картинок в серии дети воспринимали всю фразу целиком и, в случае допущения ошибки, исправляли её при повторном произнесении фразы. Исходя из полученных данных можно предположить, что процесс порождения фразы у детей с нарушением опорно-двигательного аппарата данной группы связан с нарушением программирования высказывания при подборе подходящих лексико-грамматических форм и последовательном изложении.

Задания, оценивающие состояние фразы в экспрессивной речи, подтвердили это предположение. При воспроизведении услышанных высказываний дошкольники допускали характерные ошибки грамматического оформления, забывали конец сложносочиненных предложений, упрощали программу.

Похожая ситуация наблюдалась и при самостоятельном составлении фраз по картинному материалу. Менее доступными для воспроизведения оказались грамматические связи с прямым дополнением в предложениях типа *субъект – предикат – объект – локатив*: Мама положила куклу на стол – *Мама кукху… мама игхаа ..кукху.*

Кроме того, вызывали затруднения и задания, выявляющие степень развития навыков грамматического структурирования. Так, при попытке составить фразу из опорных слов ряд детей не могли при необходимости изменить порядок слов, отмечались грубые нарушения грамматического строя и вставка новых слов. При этом часто сохраняло свое место первое и второе из предъявленных слов вне зависимости от грамматической категории (дети, рыба, ловить – *Дети рыба… рыбу ловили*; купаться, дети, в речка, лето – *Купаются дети в речке*; *купаться дети… на речке*). Встречалось и простое повторение перечисленных слов (мальчик, искать, грибы – *Мальчик искать грибы*).

При вставке недостающего слова в высказывание дошкольники легче справлялись с добавлением глагольного сказуемого и практически не справлялись с добавлением предлогов, меняя падежную конструкцию под использованный предлог (Фло-

мастеры лежат … книгой – *Фломастеры лежат на книге*). Также в этом задании дошкольники могли просто повторить первоначально данную фразу (*Фломастеры лежат книгой*).

Самым трудновыполнимым оказалось задание на верификацию предложения. Типичными ошибками при выполнении этого задания стали трудности в определении неправильного места высказывания, даже при уточняющем вопросе «Какое слово здесь неправильное?». При указании неправильного члена предложения дети не могли самостоятельно грамматически верно его оформить. Наиболее успешно дошкольники справлялись с изменением числа существительного и согласованием существительного и прилагательного. В остальных случаях дети либо повторяли исходные предложения, либо упрощали структуру (Наташа умывается лицо – *Наташа умывается*). Некоторые дети, не понимая первоначальной инструкции, при просьбе повторить предложение давали верную формулировку высказывания.

У дошкольников с равноценно удовлетворительным соотношением показателей в импрессивной и экспрессивной речи мы видим множество дефектов синтагматической группы, обусловленные поражением передних отделов мозга. Данные дефекты препятствуют оформлению развёрнутого, последовательного речевого высказывания, наблюдаются ошибки в структурировании предложений. Такие исследователи, как Chialing Chen, Kehc Cung Lin, исследуют данные нарушения через модифицированную оценку словесного моторного производства (VMPAC) и оценку разборчивости речи для детей [8]. При этом наиболее тяжелые нарушения по данным критериям отмечались в группе со спастическими формами диплегии, что соответствует заключению о тяжести моторного развития детей этой группы.

Выводы

Таким образом, полученные в ходе качественного и количественного анализа данные о состоянии фразовой речи у детей с нарушением опорно-двигательного аппарата позволяют сделать выводы о сложной структуре нарушения фразовой речи. Специфика нарушений построения фразы у детей с нарушениями в двигательной сфере касается как процесса внутреннего программирования структуры предложения, его синтаксической организации, так и реализации внешней программы в виде грамматически правильного оформления и последовательности изложения. Ввиду этого исследование состояния фразовой речи необходимо проводить на импрессивном и экспрессивном уровне речи, чтобы иметь возможность построения коррекционного маршрута дошкольника с учетом возможностей и ресурсов не только внешней, но и внутренней речи.

Список литературы

1. Hustad K.C., Allison K.M., McFadd E., Riehle K. Speech and Language Development in 2 year Old Children with Cerebral palsy. Developmental neurorehabilitation. 2014. vol. 17 (3). P. 167–175. DOI: 10.3109/17518423.2012.747009.

2. Ковригина Л.В., Крупина А.А. Проблемы диагностики нарушений связной речи у детей с общим недоразвитием речи на современном этапе развития логопедии // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. № 6. С. 118–127.

3. Ковригина Л. В. Оценка нарушений грамматического структурирования высказываний у детей с общим недоразвитием речи с учетом психолингвистического подхода // Современные направления психолого-педагогического сопровождения детства материалы научно-практического семинара / Под ред. Г.С. Чесноковой, Е.В. Ушаковой. Министерство образования и науки РФ, НГПУ, 2016. С. 215–218.

4. Логинова В.И. О критериях оценки знаний у детей дошкольного возраста // Содержание знаний и умений в обучении детей дошкольного возраста. Л.: Изд-во ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1984. С. 3–11.

5. Немкова С.А. Детский церебральный паралич: диагностика и коррекция когнитивных нарушений. М.: Союз педиатров России, 2012. 60 с.

6. Kormos J. New conceptualizations of language aptitude in second language attainment. Amsterdam, Philadelphia: John Benjamins Publishing, 2013. P. 131–152. DOI: 10.1075/lllt.35.05kor.

7. Sigurdardottir S., Vik T. Speech, expressive language, and verbal cognition of preschool children with cerebral palsy in Iceland. Dev. Med. Child. Neurol. 2011. Vol. 53 (1). P. 74–80. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2010.03790.x.

8. Chen C., Lin K.C., Chen A.C.H., Chen C.C. Factors associated with motor speech control in children with spastic cerebral palsy. Chang Gung medical journal. 2010. vol. 33 (4). P. 415–423.

УДК 37.035.6

УСТНОЕ НАРОДНОЕ ТВОРЧЕСТВО НОГАЙЦЕВ КАК СРЕДСТВО ДУХОВНО-НРАВСТВЕННОГО ВОСПИТАНИЯ БУДУЩЕГО СЕМЬЯНИНА

[1]Кубекова Н.А., [2]Айбазова М.Ю.

[1]МБОУ ДО «Дом детского творчества», Черкесск, e-mail: nakubekova@mail.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», Черкесск, e-mail: aibaz-mari@mail.ru

В статье рассматривается сущность и содержание устного народного творчества ногайцев, являющегося квинтэссенцией воспитательных воззрений народа, в которой отразились народные представления о духовности и нравственных нормах во взаимоотношениях в семье, а также взгляды на воспитание будущего семьянина. В статье указывается на необходимость воспитания личности будущего семьянина как основополагающего аспекта сохранения семьи и здоровых семейных отношений. Подчеркивается, что обычаи и традиции, песенно-поэтическое творчество, танцевальное и декоративно-прикладное искусство, выполняя различные педагогические функции, содержат конкретные педагогические рекомендации и выступают в качестве эффективного средства воспитания. В статье указывается на отличительные черты устного народного творчества ногайцев, выявлен воспитательный потенциал фольклора, проанализировано содержание УНТ с позиции воспитания нравственности, выявлено разнообразие художественных форм, а также востребованность этого жанра в настоящее время. К фольклору, несомненно, относятся героический эпос, семейно-обрядовый, календарно-обрядовый и трудовой фольклор (свадебные и трудовые песни, поэтические сказания в виде песни, легенды, здравицы, похоронные плачи, благопожелания и др.), а также произведения народной прозы (сказки, легенды, предания, рассказы) и др., которые имеют не только несомненный воспитательный характер, но способны влиять на чувства молодых людей, воспитывать уважительное отношение к народу, семейным традициям и могут быть использованы в настоящее время.

Ключевые слова: духовно-нравственное воспитание, устное народное творчество, нравственно-духовное воспитание будущего семьянина, устное народное творчество, декоративно-прикладное, песенно-поэтическое и танцевальное творчество

ORAL FOLK ART OF NOGAIS AS A MEANS SPIRITUAL AND MORAL EDUCATION OF THE FUTURE FAMILY MAN

[1]Kubekova N.A., [2]Aybazova M.Yu.

[1]House of children's creativity, Cherkessk, e-mail: nakubekova@mail.ru;
[2]North Caucasus State Academy, Cherkessk, e-mail: aibaz-mari@mail.ru

The article considers the essence and content of folklore Nogai, yavlyayuschayasya educational beliefs of the people, which affected people's perceptions of duhovnosti moral standards in family relationships, and views on the education of future family man. The article indicates the need for education of personality of a future family man, as a fundamental aspects of family preservation and healthy family relationships. It is emphasized that customs and traditions, song and poetry, dance and arts and crafts, performing various pedagogical functions, contains specific pedagogical recommendations and acts as an effective means of education. The article points to the distinctive features of the oral folk art of the Nogais, reveals the educational potential of folklore, analyzes the content of CNT from the position of moral education, reveals the variety of artistic forms, as well as the demand for this.

Keywords: spiritual and moral education, oral folk art, moral and spiritual education of the future family man, oral folk art, decorative and applied, song and poetry and dance creativity

Актуальность проблемы, связанной с изучением духовного наследия прошлого, обусловлена необходимостью обращения к устоявшимся и апробированным временем ценностям, к которым, безусловно, можно отнести народную педагогику древнего народа – ногайцев. Цель данного исследования заключается в систематизации и обобщении этнических традиций, сконцентрированных в виде пословиц, поговорок, песенно-поэтического искусства ногайцев, имеющих большой воспитательный потенциал с целью дальнейшего использования в воспитании современной молодежи. Для достижения данной цели использовались методы анализа эмпирических данных, обобщения и сравнения полученного эмпирического материала с целью выявления воспитательного потенциала устного народного творчества.

Анализ проблемы формирования будущего семьянина в современных условиях выявил, что социальная трансформация российского общества создает противоречивые процессы в духовной сфере, затрагивая все сферы жизни современного общества, в том числе влияет на состояние брака и семьи, на взаимоотношения супругов, родителей и детей, что актуализирует обращение к традиционным ценностным системам. В современную эпоху нестабильности, ломки сложившихся патриархальных стандартов и стереотипов сложившаяся база фамилистических исследований не успевает переориентироваться на новую социально-культурную реальность [1]. Нравственные

устои современного общества меняются, наблюдается переоценка нравственных ценностей, утрата или замена многих смыслов, казавшихся раньше незыблемыми, отсутствие абсолютных нравственных позиций размывает поведенческие коды, оставляет свободный выбор в повседневных отношениях людей. Это явления, без сомнения, несут некоторую свободу, с одной стороны, с другой стороны, свидетельствуют о нарастании вседозволенности, постепенной утрате нравственных ориентиров и, как следствие, снижении статуса семьи.

В результате анализа литературы по проблеме мы пришли к мнению о том, что истоки формирования бездуховности кроются в семье, а точнее, в девальвации института семьи и семейных ценностей. Снижение статуса семьи, нивелирование значимости семьи в современном обществе свидетельствует о нарастании индивидуализации, эгоистичном отношении к миру, потере интереса к семейно-брачным отношениям, ответственности за супруга и детей. Совершенно очевидно, что сложившаяся ситуация и современные отношения между людьми диктуют новые правила взаимоотношений в семье, как следствие, становятся актуальными исследования, обращенные к изучению проблемы формирования личности, обладающей духовно-нравственными качествами, способной ценить семейно-брачные отношения.

Важным становится вопрос о формировании у детей и молодежи семейных духовно-нравственных ценностей, как общей культуры в аспекте брачно-семейного поведения.

Известный ученый в области исследования семьи и семейных ценностей С.П. Акутина считает, что семейные духовно-нравственные ценности – это мировоззренческие представления и нравственные установки, основанные на понимании института семьи, отношений людей в семье, ответственного брачного и семейного поведения индивида в традиционной духовно-нравственной культуре народов России, обеспечивающие культурное и демографическое воспроизводство народов России, российского общества и государства. Исследователь подчеркивает, что сегодня важным становится вопрос о научно обоснованной стратегии поиска концептов, средств и механизмов, позволяющих задействовать весь комплекс воспитательных установок и ценностно-личностных ориентаций на подготовку растущего поколения к созданию семьи, выполнению роли ответственных родителей и формированию семейных духовно-нравственных ценностей [2].

Анализ имеющихся условий свидетельствует о необходимости обращения к устойчивым ценностям, прошедшим многовековую апробацию – традициям, обычаям народов, в том числе в сфере подготовки будущего семьянина.

Исследование показывает, что важную роль в изучении духовно-нравственного воспитания семьянина в народной педагогике играют произведения устного народного творчества. Являясь свидетельством народной мудрости, они отражают народные представления о нравственных нормах в семье и взгляды на воспитание семьянина. Как и у других народов, в жизни ногайцев фольклор выполнял различные педагогические функции: в нем отражались выработанные на протяжении веков взгляды народа на цели, задачи и средства воспитания детей; в фольклоре содержались конкретные педагогические рекомендации, таким образом, фольклор выступал как источником, так и средством воспитания подрастающего поколения.

В фольклоре ногайского народа отражено мировоззрение народа: представления о добре и зле, особенности мировосприятия, ментальные установки, оценочное отношение к прошлому, мечты о будущем и др. К социально одобряемым чертам личности относились: духовное и физическое совершенство, трудолюбие, скромность, уважение к людям, нравственность, правдивость, мужество, дисциплинированность и т.д. Как и у многих тюркских народов, в ногайской народной педагогике, каждый полноценный человек должен вступить в брак и создать семью. Для этого он должен обладать всеми необходимыми качествами семьянина, которые совпадают, что вполне естественно, с качествами совершенного человека.

В устной народной поэзии нашли отражение общие для всех народов духовно-нравственные качества семьянина. В ней воплотились такие черты народного характера, среди которых можно назвать патриотизм, преданность родной земле, ответственность за семью, уважение к труду, щедрость и другие. Во имя этой любви совершают подвиги легендарные богатыри и герои более поздних исторических песен. Любовь к Родине в фольклоре неразрывно соединилась с любовью к людям, с настойчивым желанием облегчить им жизнь. Представления о духовно-нравственных качествах семьянина нашли отражение и в ногайских легендах. Так, например, в легенде «Кой-Кел» («Овечье озеро»), которую художественно-поэтически оформил С.И. Капаев, речь идет о бедняке по имени Тампик, которому друг подарил ягненка,

который оказался волшебным и принес ему богатство и удачу. Бедняк разбогател и стал знаменит, но материальное благополучие изменило качества его характера, он забыл своих старых друзей, проявил неблагодарность по отношению к людям. Это сказка о духовной нищете, узости души, и скудости ума, в которой молодежь, с помощью аллегорий, предостерегается от нравственной несостоятельности. С помощью УНТ в ногайской педагогике сформировался определенный идеал совершенного человека, носителя лучших качеств личности, который нашел отражение в устном народном творчестве. С первых дней жизни фольклор играет важную роль в формировании личности, помогая ребенку ориентироваться в многогранном и сложном окружающем мире. Пословицы, поговорки, благопожелания, песни, сказки и другие виды народного творчества, созданные ногайским народом, создают в сознании ребенка представления о добре и зле, о прекрасном и безобразном, о благородстве и справедливости, о том, что в человеке ценится, а что осуждается. К наиболее ярким благопожеланиям, имеющим воспитательное значение, которые удалось собрать в ходе полевого исследования, можно отнести следующие: сау танъга шыгынъыз (доброе утро), ногай, конакты каймак катылган ногай шайман йолыгады (ногаец встречает гостя с подношением пиалы ногайского чая, забелённого сливками), ас таьтли болсын (приятного аппетита), уьйинъизге яхшылык, яхшылыкпан калынъыз (мир вашему дому) и др. Пословицы назидательного характера звучали таким образом: Алла тала барган еринъе онъып оьсип яшагандай этсин, барган еринъе балтадай бат (дай Аллах, чтобы на новом месте невеста жила долго и счастливо, проживи там до глубокой старости), балам йолынъ ашык болсын, наьсибинъ узак болсын, коьз яс тоькпе, кыйын коьрме, уьйге йылап келме (дитя мое, пусть дорога твоя будет счастливой, пусть счастье будет долгим, чтобы слезы не проливала, трудности не видела, заплаканная в отчий дом не приходила, а приходила как дорогой гость), сербет сувды ишемен уртлап эм юрегимдегин кутлап (обрядовую воду пью глотками и радость на сердце выражаю), уьйинъиз бала толы болсын, яшавынъыз артык болсын (пусть дом наполнится детьми и жизнь будет прекрасна), хайырлы аякпан кир (доброй ногой заходи), тандырда отынъ соьнмесин (пусть в очаге твоем огонь не гаснет), балдай таьтли болсын яшавынъ балам (пусть жизнь твоя будет сладка, как мед, ребенок мой) и др. [3].

Продемонстрированные образцы устного народного творчества формируют образ совершенного человека, являющегося народным идеалом. Народный идеал совершенного человека в ногайской народной педагогике рассматривается в качестве модели воспитания, концентрированного представления о результатах воспитания, т.е. конечная цель воспитания и самовоспитания человека, своего рода высший образец, одобряемый социумом, к которому должен стремиться каждый человек. Он несет в себе социальный заряд, выполняет стимулирующую и вдохновляющую роль. По представлениям ногайцев, основными чертами совершенного человека считались физическое развитие, трудолюбие, скромность, уважение к людям, духовность, правдивость, мужество, дисциплинированность и т.д. Как и у многих тюркских народов, в ногайской народной педагогике каждый человек должен вступить в брак и создать семью. Особенностью ногайской педагогики является культ семьи и детей, вне которых человек достоин сожаления и сопереживания. Ученые объясняют это тем, что в сложных условиях человеку без семьи, рода, племени сложно выжить и др. Но для вступления в брак человек должен обладать всеми необходимыми качествами семьянина, которые совпадают, что вполне естественно, с качествами совершенного человека. Данный отрывок свидетельствует о том, что социальная позиция главных героев эпоса заключается в необходимости формирования личностно и общественно одобряемых качеств личности, таких как храбрость, отвага, способность преодолевать невзгоды и др.

Эпос содержит значительный педагогический потенциал. В нем в образах богатырей отражены личностные качества настоящего мужчины: честность, мужество, умение противостоять трудностям, свободолюбие, любовь к родной земле и родному очагу, причем очаг олицетворяет семью, а также качества, присущие идеальной женщине – целомудрие, верность, мудрость, преданность идеалам семьи и др. Важным средством духовно-нравственного воспитания детей в ногайской семье является сказка. В них отразились и нравственный идеал семьянина, и представления об идеальной семье.

Занимая особое место в устном творчестве народа, сказки отражают его мировоззрение, его мироощущение и миропонимание. В них отражаются педагогические взгляды народа, его характер, его психология, жизненные установки.

Сказка всегда имеет нравственную, этическую основу, что многократно усиливает ее воспитательный потенциал

и педагогическое воздействие. Ногайская народная педагогика в идеале семьянина высоко ценила такие духовно-нравственные качества, как жертвенность, сочувствие, преданность и любовь к родителям, преданность и верность мужу, вера во Всевышнего (целительная сила молитвы). Все эти качества отразились в народных сказках. Так, одной из них является сказка «Прекрасный юноша в змеиной шкуре», которая дает добротный материал для обсуждения проблем, касающихся духовно-нравственных качеств семьянина.

Большое воспитательное значение имели в народной педагогике пословицы и поговорки, благодаря своей краткости, образности и меткости. Поговорка представляет собой устойчивое речевое выражение, ярко, коротко и емко отражающее стороны, характеристику общественного поведения и психологию людей. Из этих определений совершенно очевидно, почему и пословицы, и поговорки получили в народе широкую популярность.

Одним из важных проявлений воспитанного человека ногайцы всегда считали почитание родителей, о чем свидетельствует пословица: «Атасына яхшылык этпегеннен, яхшылык куьтпе» (не жди добра от того, кто не делал добра своему отцу). О том, какое значение в ногайской народной педагогике придается воспитанности, хорошему поведению, говорят пословицы: «Кыз кылыгыман суьйдирер» (девушка заставляет полюбить себя своим поведением), «Кылык кызгакерек, кыздан алдын йигитке керек» (благовоспитанность нужна девушке, но в первую очередь она нужна парню) [4]. Так, краткая формулировка морали, заключенная в пословицах и поговорках, позволяет донести до сознания молодого человека в эмоциональной форме глубокий смысл, кроющийся в небольшой по объему сентенции.

Широко проникая в разговорную, обиходную речь, пословицы и поговорки позволяли с самого раннего детства приобщить детей к этическим нормам поведения. Одним из древнейших фольклорных жанров являются загадки, их практическая функция состоит в том, что загадки заставляют задуматься о том, что уже отражено в жизненном и трудовом опыте народа. В загадках, так же как и в других фольклорных произведениях, нашли отражение народные представления о красоте, идеальном образе девушки: девушка – звезда, значит, несет в себе признаки звезды: красивая, яркая и др.

Большое место в ногайском фольклоре занимают лиро-эпические поэмы, такие как «Карайдар и Кызыл-Гуль», «Козы-Корпеш и Баян-Слу», «Бозийгит» и другие, в которых также содержится большой воспитательный потенциал. В них отражается миропонимание народа, а именно то, что народ считает любовь и верность величайшими ценностями, сочувствует влюбленным, считает, что человек должен на пути к личному счастью преодолеть все преграды и невзгоды.

В народной педагогике ногайцев главенствующее значение придавалось вопросам формирования будущего семьянина, поэтому множество поговорок, адресованных потенциальным молодоженам, носило назидательный характер.

Многие обстоятельства, которые описываются в сказках, требуют преданности своему народу, земле, но в них одновременно подчеркивается, что любовь к Родине начинается с любви к семье, своему роду. В пословицах, поговорках, сказках народ показывает, что формирование будущего семьянина положительно влияет на общество, так как крепкая семья, устойчивость семейных отношений создает хорошие предпосылки для стабильности общества.

Известный педагог-исследователь В.А. Караковский отмечал, что духовность и культура являются близкими понятиями, отраженными в устном народном творчестве охватывающими все сферы человеческого бытия. Формирование их связано с базовой культурой формирования личности, которая закладывается, прежде всего, в семье, в том числе средствами УНТ. Ведь именно семья стремится к созданию обстановки мира и согласия [5]. Проблема семейных ценностей и ориентаций российской молодежи уже давно перешла в разряд наиболее актуальных с тех самых пор, как российское государство начало свое поступательное движение к депопуляции, и дело не только и не столько в том, как отмечают российские ученые, что Россия стала в один ряд со странами, перед которыми стоит угроза депопуляции, а в том, что перед страной стоит проблема духовной деградации, тесно связанной с проблемой демографической безопасности общества. И с этой точки зрения изучение семейных ценностей и ориентаций молодежи выступает необходимым основанием для понимания специфики происходящих перемен в современной реальности и возможности прогнозирования показателей демографического поведения и развития общества в недалекой перспективе [6].

Подводя итоги исследования, следует отметить, что в результате анализа устного народного творчества ногайского народа выявлен значительный воспитательный по-

тенциал, не потерявший актуальность в настоящее время. Обсуждение результатов исследования, в том числе в научной периодике, показал, что эмпирический материал можно использовать в современной практике воспитания.

Таким образом, устное народное творчество ногайского народа, будучи частью духовной культуры народа, отражая быт, материальную и духовную культуру, историческую судьбу, имеет колоссальные возможностями в плане, духовно-нравственного воспитания современной молодежи. На протяжении всей жизни устное творчество способствовало развитию нравственных чувств, воспитанию духовно-нравственных качеств и готовности к семейной жизни. Эмпирический опыт духовно-нравственного воспитания подрастающих поколений, отраженный в УНТ, постулирует непреходящие ценности и может быть использован при адаптации к современной действительности, в том числе образовательной практике.

Список литературы

1. Неудачина И.Г. Современная российская молодая семья: гендерный анализ: автореф. ... канд. пед. наук. 2013. 24 с.

2. Акутина С.П. Формирование у старшеклассников семейных духовно-нравственных ценностей в условиях взаимодействия семьи и школы: автореф. ... докт. пед. наук. 2010. 42 с.

3. Гаджиева С.Ш. Очерки истории семьи и брака у ногайцев XIX–XX в. М.: Издательство «Наука», 2015. 245 с.

4. Сикалиев А.И.-М. Устное народное творчество ногайцев // Фольклор народов Карачаево – Черкесии. Жанр и образ. Сборник научных трудов. Черкесск, 2018. 256 с.

5. Караковский В.А. Воспитание! Теория и практика школьных воспитательных систем. М.: Новая школа, 1996. 160 с.

6. Завгородний Д.А. Семейные ценности и ориентация российской молодежи в условиях демографического кризиса: факторы влияния и тенденции развития: автореф. ... канд. соц. наук. 2014. 23 с.

УДК 378.1:72

АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ДЕОНТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ

Кузьменко А.Н.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: rector@kubsu.ru

В статье обосновывается актуальность деонтологической подготовки будущих архитекторов к профессионально-проектной деятельности, подчеркивается значимость аксиологического подхода в формировании у них способности и готовности брать на себя ответственность за продукты своего труда перед другими людьми, обществом в целом, профессиональной группой, своими коллегами и перед самим собой. В статье содержатся теоретические обобщения о структурно-содержательных характеристиках деонтологической готовности будущих архитекторов к профессионально-проектной деятельности, авторские представления об объективных и субъективных факторах ее формирования в вузе. Автор показывает роль и место аксиологического подхода к организации деонтологической подготовки, раскрывает сущность аксиологического похода, пути и методы его реализации, представляет результаты эмпирического исследования особенностей развития ценностей и карьерных ориентаций современных студентов, обучающихся по программам высшего архитектурного образования. В эмпирическом исследовании приняли участие 164 студента второго – пятого курсов, обучающихся по направлению подготовки 07.03.01 – Архитектура (уровень бакалавриата). На основе результатов проведенного исследования автор предлагает свое видение решения проблемы формирования деонтологической готовности будущих архитекторов к профессионально-проектной деятельности посредством развития системы ценностных ориентаций их личности.

Ключевые слова: аксиологический подход, ценности, карьерные ориентации, ценностное отношение, деонтологическая подготовка

AXIOLOGICAL APPROACH IN THE SYSTEM OF DEONTOLOGICAL PREPARATION OF FUTURE ARCHITECTS

Kuzmenko A.N.

Kuban State University, Krasnodar, e-mail: rector@kubsu.ru

The article substantiates the relevance of deontological preparation of future architects to professional design activities, emphasizes the importance of the axiological approach in shaping their ability and willingness to take responsibility for the products of their work before other people, society as a whole, professional group, their colleagues and themselves. The article contains theoretical generalizations about the structural and informative characteristics of the deontological readiness of future architects to professional design activities, the author's ideas about the objective and subjective factors of its formation at the university. The author shows the role and place of the axiological approach to the organization of deontological training, reveals the essence of the axiological approach, the ways and methods of its implementation, presents the results of an empirical study of the characteristics of the development of values and career orientations of modern students enrolled in higher architectural education programs. The empirical study was attended by 164 second and fifth years students enrolled in the direction of training 07.03.01 – Architecture (undergraduate level). Based on the results of the study, the author offers his vision of solving the problem of the formation of the deontological readiness of future architects to professional design activities through the development of a system of value orientations of their personality.

Keywords: axiological approach, values, career orientations, value relation, deontological preparation

Профессиональная деятельность современного архитектора направлена на преобразование среды и организацию пространства в интересах человека и общества, на основе его миропонимания и мировосприятия, его видения актуальных проблем и требований времени.

В этой связи, в условиях интеграции в профессиональной деятельности архитектора не только художественного и инженерного, но и предпринимательского начал, остро стоит вопрос о формировании деонтологической готовности будущих архитекторов к профессионально-проектной деятельности, что предполагает развитие у них моральной устойчивости, морально-этической ответственности и нравственной надежности.

Деонтологическая подготовка будущих архитекторов предполагает учет индивидуальных особенностей их личности и главным образом тех ценностей и ценностных ориентаций, которые определяют характер и направленность их профессиональной деятельности и жизнедеятельности в целом [1]. В связи с этим одним из центральных методологических подходов к организации в вузе деонтологической подготовки будущих архитекторов является аксиологический подход.

В современной педагогической аксиологии большое внимание уделяется такому понятию, как «профессиональные ценности» [2].

Профессиональные ценности архитектора прописаны в документах, регламентирующих его деятельность. В Кодексе профессиональной этики архитектора определены его обязанности перед обществом (соблюдение законов, уважение ценностей культурного наследия, ценности природной идентично-

сти, ненанесение вреда общественным ценностям и приоритетам), заказчиком (в любых ситуациях превалирование профессиональных ценностей над ценностями личностными), перед профессией (уважение ценностей архитектуры) [3]. В ряде исследований подчеркивается, что профессиональные ценности архитектора являются важнейшими структурными компонентами его профессиональной культуры [4; 5].

Аксиологический подход к деонтологической подготовке будущих архитекторов предполагает, что все деонтологические знания, полученные студентами в процессе изучения определенных учебных дисциплин, как общетеоретического, так и профессионального циклов, только тогда становятся устойчивыми элементами деонтологической готовности, когда они имеют личностно значимый смысл и выступают ориентирами в их профессиональной деятельности и жизнедеятельности в целом.

Реализация аксиологического подхода к деонтологической подготовке будущих архитекторов предполагает осуществление двух основных процедур:

– выявление системы ценностей будущих архитекторов;

– определение способов повышения значимости для будущих архитекторов профессиональных ценностей.

Материалы и методы исследования

Исследование, ориентированное на выявление системы ценностей будущих архитекторов, осуществлялось на базе образовательных организаций высшего архитектурного образования. В исследовательскую выборку вошли 164 студента, обучающихся на 2-м (44 студента), 3-м (44), 4-м (38) и выпускном, 5-м курсе (41).

Исследование осуществлялось с помощью опросных методов (анкетирование, ориентированное на выявление отношения студентов к жизненным ценностям) и диагностических методов (тестирование). В исследовании была использована методика Э. Шейна «Якоря карьеры», направленная на выявление преобладающего типа карьерных ориентаций респондентов. Ценностные ориентиры в карьере диагностируются на основании особенностей ответов респондентов на 41 вопрос, вопросы были сгруппированы в 9 шкал, отражающих следующие ценностные установки: стремление стать настоящим профессионалом своего дела, управленческие интересы, ценности свободы и независимости, установки на надежную и стабильную работу, привязанность к определенному месту жительства, стремление служить обществу и людям, решать уникальные задачи.

Уровень деонтологической готовности будущих архитекторов к профессионально-проектной деятельности определялся на основании оценок экспертов, которыми выступили преподаватели вуза (каждого студента оценивали по три преподавателя).

В исследовании использовались статистические методы: расчет среднего арифметического, процентного распределения, стандартного отклонения, сравнительный анализ среднегрупповых показателей осуществлялся с помощью расчета t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

В начале исследования, с помощью специально разработанной анкеты, нами было выявлено отношение студентов-архитекторов к деньгам, то есть к материальным ценностям. На наш взгляд, именно оно является одним из показателей системы ценностей будущих архитекторов, так как указывает на степень преобладания материальных ценностей над духовными и социально значимыми.

В результате исследования было выявлено, что в представлениях большинства студентов как младших, так и старших курсов деньги являются символом власти, престижа, счастья (рис. 1).

17,68 % студентов считают, что деньги – это средство достижения успеха; 17,07 % студентов указали на то, что деньги символизируют власть над людьми; 10,98 % – престиж; 10,36 % – счастье. Здесь необходимо уточнить, что стремление к достижению успеха может трактоваться двояко: с одной стороны, такая установка личности может свидетельствовать о ценности самореализации и саморазвития. Однако, с другой стороны, восприятие денег как средства достижения успеха отражает наличие у таких студентов непомерных амбиций, которые при определенных условиях могут стать источником отступления от морально-нравственных норм профессионального поведения. Чрезмерное самолюбие, самомнение, тщеславие – это оборотная сторона амбиций и стремления к успеху. Для 6,71 % от общего числа опрошенных студентов деньги являются средством достижения своих, личных, целей в жизни, а для 7,93 % – достижения почета и уважения других людей.

Следует обратить внимание на то, что менее трети от общего числа опрошенных студентов – будущих архитекторов – считают, что деньги – это просто средство взаиморасчета (3,66 %), ведения бизнеса (5,49 %), удовлетворения базовых потребностей человека (12,80 %).

Таким образом, результаты анализа ответов студентов на вопрос о восприятии денег позволяют говорить о том, что большинство из них имеют стереотипные представления о влиянии материального достатка на психологическое благополучие человека и преобладании материальных ценностей над духовными.

Рис. 1. Процентное распределение ответов студентов всех курсов на вопрос о значении денег

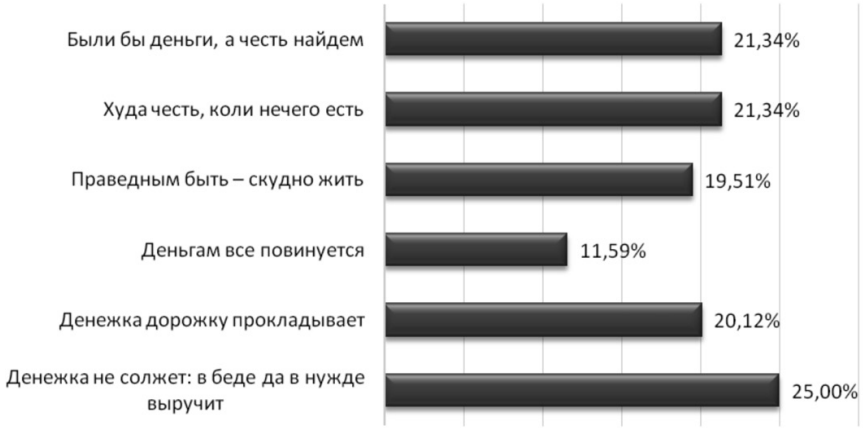


Рис. 2. Результаты изучения представлений студентов о сущности деонтологических понятий и нравственных ценностей

Более информативными являются результаты исследования отношения студентов всех курсов, обучающихся по программам высшего архитектурного образования, к таким этическим ценностям и деонтологическим понятиям, как честь, долг, совесть, счастье, добро и зло. Студентам предлагалось выбрать из перечня пословиц и поговорок те из них, которые, по мнению студентов, наиболее точно отражают суть обозначенных явлений.

Результаты такого исследования наглядно представлены на рис. 2.

25,00% студентов полностью согласились со стереотипным, житейским мнением о том, что «Денежка не солжет: в беде да в нужде выручит»; 20,12% из общего числа опрошенных студентов выбрали из предложенного списка такую пословицу, как «Денежка дорожку прокладывает»; 11,59% – «Деньгам все повинуется». Значительное количество студентов-архитекторов руководствуются искаженными нравственными ценностями, о чем свидетельствует факт их согласия с такими поговорками, как «Праведным быть – скудно жить» (19,51%), «Худа честь, коли нечего есть» (21,34%), «Были бы деньги, а честь найдем» (21,34%).

Таким образом, количественный и качественный анализ восприятия студентами, обучающимися по программам высшего архитектурного образования, ценностей денег, власти, престижа, успеха, чести, совести, правдивости, справедливости показал, что система ценностей у многих студентов отражает стереотипное представление об общественной и личностной значимости материального достатка, как о необходимой составляющей современной жизни. Такая система ценностей обусловливает и соот-

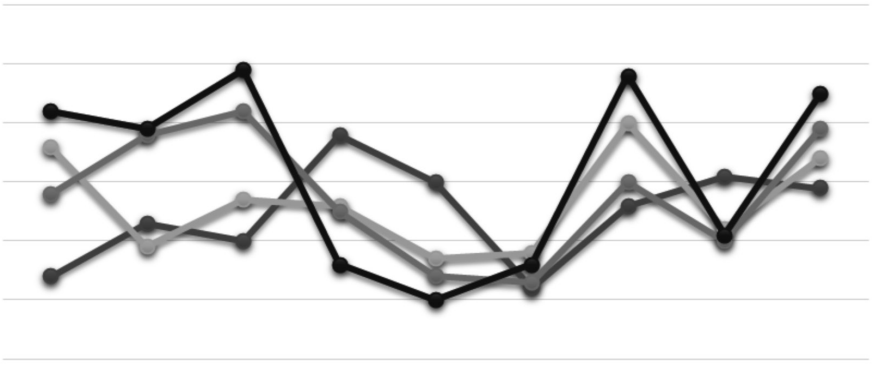
ветствующий выбор поведения будущих архитекторов в той или иной ситуации, возникающей в их профессиональной деятельности. Погоня за прибылью, преобладание эгоцентрических мотивов поведения над социоцентрическими, стремление достичь уважения у других людей, высокого социального статуса при сочетании с игнорированием таких ценностей, как честь, долг, совесть, справедливость, нравственность, могут стать источником нравственной деформации их личности.

Дальнейшее исследование, выполненное с помощью методики Э. Шейна, было ориентировано на выявление особенностей и динамики ориентации студентов в своей будущей карьере. Анализ его результатов позволяет прийти к заключению в необходимости реализации в вузе аксиологического подхода к деонтологической подготовке будущих архитекторов.

Во-первых, было выявлено, что многие студенты, поступившие в вузы на обучение по программам архитектурного образования, исходили из своих приспособленческих ценностей. Так, в группе студентов второго курса обучения наивысший балл среди предложенных карьерных ориентаций пришелся на такие ценности, как «стабильность работы» (4,8 ± 0,56), «стабильность места жительства» (4,0 ± 0,42) и «интеграция стилей жизни» (4,1 ± 0,51) (рис. 3).

Исходя из полученных данных, можно говорить о том, что многие студенты рассматривают профессию архитектора как достаточно престижную и гарантирующую стабильность в жизни. Стремление устроиться, достичь успеха не в ущерб личным интересам, достигнуть согласия и гармонии между привычным образом жизни и желанием просто иметь «хорошую» работу характерны, по данным нашего исследования, для большинства студентов младших курсов, обучающихся по программам высшего архитектурного образования.

Однако уже на третьем курсе система ценностных ориентаций в карьере меняется. На первый план выдвигается стремление достичь профессионализма в избранной сфере деятельности. Среднегрупповые показатели по шкале «Профессиональная компетентность» в группе студентов третьего курса значимо выше, чем в группе студентов второго курса ($t = 3,79$, $p < 0,001$), и составляют 4,6 ± 0,48, тогда как в группе студентов второго курса – 2,6 ± 0,33. Уже к третьему курсу возрастает и значимость для студентов ценности предпринимательства (4,4 ± 0,49) и вызова (5,0 ± 0,54).



	профессиональная компетентность	менеджмент	автономия	стабильность работы	стабильностьместа жительства	служение	вызов	интеграция стилей жизни	предпринимательство
2-й курс	2,4	3,3	3	4,8	4	2,2	3,6	4,1	3,9
3-й курс	4,6	2,9	3,7	3,6	2,7	2,8	5	3,2	4,4
4-й курс	3,8	4,8	5,2	3,5	2,4	2,3	4	3	4,9
5-й курс	5,2	4,9	5,9	2,6	2	2,6	5,8	3,1	5,5

Рис. 3. Результаты исследования профиля и динамики карьерных ориентаций будущих архитекторов, обучающихся на разных курсах

Стремление решать уникальные задачи, делать возможным невозможное, преодолевать препятствия ради достижения победы – такие ценности формируются в процессе приобщения студентов к творческому методу, развития у них творческих способностей, интереса к авторскому воплощению идей, теорий, концепций. Увеличение среднегрупповых показателей степени выраженности у студентов старших курсов ценности вызова, новизны, оригинальности обусловлены спецификой современной системы архитектурного образования, интегрирующей в себе творческое начало и навыки профессиональной деятельности архитектора.

Качественный анализ результатов исследования показал, что в процессе обучения будущие архитекторы осознают особенности и специфику своей будущей профессии. Из года в год возрастает степень выраженности у будущих архитекторов ориентации на реализацию своих способностей и талантов в избранной сфере деятельности. Среднегрупповые показатели степени выраженности такой карьерной ориентации, как профессиональная компетентность, возрастают, достигая к выпускному курсу своих верхних значений ($5,2 \pm 0,55$), что свидетельствует о развитии у обучающихся творческих способностей и интереса к своей будущей профессиональной деятельности.

Необходимо обратить внимание еще и на позитивную динамику такой карьерной ориентации, как «автономия». Если на втором курсе среднегрупповые показатели по данной шкале не превышали средних значений – $3,0 \pm 0,34$, то уже на третьем курсе среднегрупповые показатели увеличиваются ($3,7 \pm 0,43$); на четвертом курсе они составили $5,2 \pm 0,56$, а на пятом – достигают своего максимума – $5,9 \pm 0,67$. По сравнению со вторым курсом, среднегрупповые показатели степени выраженности у студентов ценности независимости и автономии, статистически достоверно выше в группе студентов четвертого ($t = 3,38$, $p < 0,01$) и пятого ($t = 3,72$, $p < 0,001$) курсов.

В процессе обучения формируются и развиваются, судя по результатам поперечного среза, ориентации на предпринимательскую и организационно-управленческую деятельность. Среднегрупповые показатели степени выраженности такой ценности, как «Предпринимательство», зафиксированные в группе студентов пятого курса, значимо выше, чем второго ($t = 2,25$, $p < 0,05$). От курса к курсу растет количество студентов, кто ориентирован на создание «своего дела», своей организации для предоставления архитектурных услуг, своего бизнеса, что в целом сочетается со стремлением к достижению независимости. Следовательно, процесс обучения в вузе способствует развитию у будущих архитекторов стремления к созданию своих организаций, построению своего дела, приносящего прибыль, ориентации создать свой собственный бизнес. Увеличилось и количество тех студентов, которые ориентированы на управление людьми, проектами, принятие ответственности на себя за результат общего дела. Ценности власти, управления, продвижения по служебной лестнице, стремление достичь карьеры в управленческой деятельности в сочетании с низкой степенью выраженности ценности служения людям определяют несформированность у будущих архитекторов деонтологической готовности.

Профессионально-проектная деятельность, как указывалось выше, осуществляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми обществом к пространству своего обитания. Следует обратить внимание на тот факт, что служение, как один из видов карьерных ориентаций, не является важной ценностью для многих студентов, обучающихся на разных курсах по программам высшего архитектурного образования. Динамики ценности служения не наблюдается. Среднегрупповые значения по данному показателю во всех исследовательских выборках не выходят за пределы нижнего порога среднего уровня – от 2,2 до 2,8 баллов, что свидетельствует об отсутствии интереса к ценностно-смысловой организации обучения будущих архитекторов. Для многих студентов ценность принесения пользы окружающим не является личностно значимой, что не может гарантировать их надежности в решении деонтологических проблем, возникающих в процессе их профессионально-проектной деятельности.

Заключение

Таким образом, результаты исследования, проведенного в рамках констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы, позволяют говорить о том, что современная профессиональная подготовка будущих архитекторов не может гарантировать развитие у них морально-этических ценностей и приоритетов, нравственных и духовных качеств личности, обеспечивающих деонтологическую готовность к профессионально-проектной деятельности.

Для организации в вузе деонтологической подготовки будущих архитекторов необходима реализация аксиологического

подхода. Его дидактическое обеспечение представляет собой систему развивающего и проблемного обучения, при котором обучение становится ценностно-ориентированным, что предполагает усиление ценностно-смысловой направленности такой подготовки.

При реализации аксиологического подхода происходит постижение будущим архитектором самого себя, своих идеалов, ценностей и приоритетов, их соотнесение с этикой профессиональной деятельности архитектора.

Список литературы

1. Жердев В.И. Болонский процесс и архитектурное образование в России // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=18819 (дата обращения: 18.09.2019).

2. Медведева С.А. Реализация аксиологического подхода в системе высшего образования // Высшее образование сегодня. 2013. № 11. С. 61–63.

3. Чабдаров М.М. Этические проблемы в архитектурной практике // Гуманитарные ведомости ТГПУ им. Л.Н. Толстого. 2018. № 1 (25). С. 58–62.

4. Афанасьева Е.А. Выбор профессии архитектора – причины и цели // Известия КГАСУ. 2010. № 1 (13). С. 62–66.

5. Качуровская Н.М. Модель профессиональной культуры архитектора // Школа будущего. 2014. № 5 (2). С. 172–179.

УДК 376.56

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОСПИТАНИИ ДЕВИАНТНЫХ ДЕТЕЙ

[1]Легконогих А.Н., [1]Басина Н.И., [2]Головко Т.Г., [1]Вахрушева Е.Ю., [1]Дзюба Е.А.

[1]Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: lan-666-121285@mail.ru;

[2]Ростовский институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования, Ростов-на-Дону, e-mail: tagol2003@rambler.ru

Цель статьи – определить направления использования компьютерных технологий в воспитании девиантных детей, выделить приоритетные из них и обосновать важность интегрированного взаимодействия таких субъектов воспитательного процесса, как дети, родители и преподаватели. Девиантность в настоящее время имеет множество характеристик и может рассматриваться в контексте социальных, медицинских и, в частности, психолого-педагогических и других наук, но сущность ее фактически остается неизменной для общества и всех субъектов, с которыми сталкиваются девиантные дети – от родителей до учителей. Авторское утверждение основано на том, что девиантность детей – это приобретенное «отклонение» от общепринятых правил и норм поведения, в то же время это воздействие внешних и внутренних факторов от условий воспитания ребенка, социальной среды до искажения проблемы его физического, психического, социального и нравственного развития. На каждом этапе формирования девиантного поведения ребенка существует определенный вектор, который способствует и/или усиливает девиантность. Эмпирические исследования позволили выделить особенности восприятия детской девиантности сотрудников образовательной сферы в разных образовательных учреждениях, на разных этапах развития как детей, так и девиантного поведения и разработать концепцию учебно-методического комплекса с использованием современных компьютерных технологий для нивелирования конфликта между всеми участниками этого процесса. Статья является прикладной и ее результаты могут быть использованы в образовательном процессе дошкольных, школьных и высших учебных заведений.

Ключевые слова: девиантность ребенка, компьютерные технологии, интегрированное взаимодействие, образовательный процесс, учебно-методический комплекс

PRACTICAL POSSIBILITIES OF USING COMPUTER TECHNOLOGY IN EDUCATING DEVIANT CHILDREN

[1]Legkonogikh A.N., [1]Basina N.I., [2]Golovko T.G., [1]Vakhrusheva E.Yu., [1]Dzyuba E.A.

[1]Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: lan-666-121285@mail.ru;

[2]Rostov Institute for Advanced Studies and Professional Retraining of Education Workers, Rostov-on-Don, e-mail: tagol2003@rambler.ru

The purpose of the article is to determine the direction of the use of computer technology in the education of deviant children, to identify priority ones and to justify the importance of integrated interaction of such subjects of the educational process as children, parents and teachers. Deviance currently has many characteristics and can be considered in the context of social, medical and, in particular, psychological, pedagogical and other Sciences, but the essence of it actually remains unchanged for society and all subjects who face deviant children – from parents to teachers. The author's statement is based on the fact that children's deviance is an acquired «deviation» from the generally accepted rules and norms of behavior, at the same time, it is the impact of external and internal factors – from the conditions of education of the child, the social environment to the distortion of the problem of his physical, mental, social and moral development. At each stage of the formation of deviant behavior of the child, there is a certain vector that promotes and/or enhances deviance. Empirical studies have allowed to highlight the features of perception of deviance in different educational institutions, at different stages of development of both children and deviant behavior and to develop a concept of educational and methodical complex using modern computer technology to level the conflict between all participants in this process. The article is applied and its results can be used in the educational process of preschool, school and higher educational institutions.

Keywords: child deviance, computer technology, interaction integration, educational process, educational and methodical complex

Актуальность детской девиантности является самым распространенным изучаемым вопросом педагогики и психологии, однако не только эти науки заинтересованы в том, чтобы выделить факторы, влияющие на формирование девиантного поведения детей в возрасте, который уже не является дошкольным, но еще не перешел грань подросткового. Так, принято считать, что девиантности в большей степени подвержены подростки, так как подростковый эгоизм, максимализм усиливается, неравномерность распределения социальных, материальных, культурных и других благ наиболее ощутима и дети, не обладая опытом и навыками жизнеустройства, подвержены формированию нестандартного отношения к данным социальным явлениям, что в конечном итоге переходит в девиантное поведение.

Однако авторские наблюдения позволяют утверждать, что детская девиантность становится сегодня намного «моложе», т.е. дети уже в раннем возрасте, из-за влияния определенных внешних факторов, могут переходить или перенимать девиантное поведение.

Множество публикаций отечественных и зарубежных авторов посвящено проблеме девиантного поведения, в которых уделяется внимание окружающей (социальной) среде, как упоминалось, все более влияющей на формирование детской девиантности. Так, представляют интерес статьи Т.С. Смирновой, Ю.В. Масловой, И.А. Дороховой, Н.Р. Трифоновой – они нашли отражение в нашем исследовании.

Мониторинг информации выделил Ежегодный исследовательский сборник CfEE, в котором ведущие зарубежные исследователи и ученые анализируют большой массив данных вторичных исследований за последний учебный год по использованию компьютерных технологий в образовании на примере разных стран [1].

Отмечается, что компьютерная зависимость и возможность перевести ее в полезную форму работы с гаджетами и интернетом из-за отсутствия такого опыта работы у педагогов, также является сегодня актуальной проблемой образовательного процесса во всех формах обучения ребенка.

Таким образом, детская девиантность – это явление современного временного и технологического периода, связанное, прежде всего, с отсутствием опыта, навыков и компетенций у всех участников воспитательно-образовательного процесса в нивелировании негативных последствий зависимости от компьютерных технологий и возможности перевода этой «зависимости» в положительное русло познания, обучения и получения полезных навыков работы для детей.

Характер девиантности, рассматриваемой с позиции авторов в контексте данного исследования, таков, что грани между девиантным поведением и недевиантным нестабильны и некатегоричны. Здесь важно понимать, что в определенных общественных, педагогических, медицинских кругах считается «девиантностью». Целью ставится выделить те критерии, которые закладываются в понятие «детская девиантность» с точки зрения практиков, непосредственно работающих с детьми в возрасте от 4 до 19 лет, провести исследование связующих субъектов воспитательно-образовательного процесса и выработать подходы к разрешению проблемы.

Материалы и методы исследования

Автором был проведен опрос сотрудников образовательной сферы, в том числе воспитателей детских садов, учителей средней образовательной школы и представителей профессорско-преподавательского состава Донского государственного технического университета.

Опросы проводились в период с марта по июнь 2019 г., результаты обрабатывались автором на базе университета ДГТУ кафедра «Социальная работа». Общее количество опрошенных – 402, из них воспитатели детских садов 34%, учителя 37%, педагоги вуза (29%) с опытом работы более 10 лет, средний возраст опрошенных – 38,8 лет. Инструмент опроса – анкета, которая заполнялась индивидуально респондентом под руководством авторов исследования, также анкета рассылалась по контактам в мобильных сетях.

Основные вопросы анкеты: «Что вы понимаете под девиантностью детей?», «Как влияет на развитие ребенка и его социальное восприятие зависимость от интернета и гаджетов?», «Какой инструментарий компьютерных технологий можно применять для нивелирования проблемы зависимости от виртуализации ребенка?», «Какие компьютерные технологии вы используете при работе с девиантными детьми?».

Опрос сотрудников детских садов г. Ростова-на-Дону показал, что воспитатели младших групп в качестве девиантности детей воспринимают любые отклонения от традиционно принятых норм поведения в обществе, в том числе 10% – агрессивность к другим детям, 25% – гиперактивность, неусидчивость, невнимательность, неприятие обучения и т.п., 27% – высокую эмоциональность, плач, топот ногами, истерику и пр., необучаемость, отсутствие физической готовности, непонимание игр, квестов и т.п. – 38%.

Воспитатели старших групп фактически согласны с первой группой, но добавили – порча имущества, мелкое воровство – 17%, нанесение телесного вреда одногруппникам, агрессия ко всем и в том числе к родителям – 45%, излишнее и нестандартное привлечение внимания – 38%.

Опрос учителей ростовских школ в начальных классах средней образовательной школы: агрессивность по отношению ко всем – 35%, углубленность в гаджеты – 29%, неприятие обучения – 17%, постоянное привлечение внимания и «патологическое лидерство» – 12%, нервозность, психоз, спонтанность в поведении, неусидчивость и т.п. – 7%.

Критерии детской девиантности, по мнению учителей старших классов, распределились так: погружение в гаджеты – 43%, агрессия по отношению ко всем и ко всему, в том числе драки, насилие над одноклассниками – 34%, неприятие обучения, норм и правил поведения в школе, обществе – 12%, отрицание важности чужого мнения, личности учителя – 11%.

Нами был проведен опрос преподавателей первых курсов некоторых факультетов Донского государственного технического университета. При этом выделялось, что девиантное поведение подростков не старше 19 лет – это погружение в гаджеты и неприятие реального общения, обучения, преподавателей, родителей и пр. – 49%.

Исходя из мнения опрошенных, сделан вывод, что только на начальной стадии обучения детей в возрасте от 3 до 6 лет используются компьютерные технологии как средство игр, познания, развлечений и пр. В школах этот процесс усиливается большим объемом задаваемых упражнений, которые только усугубляют неприятие подростков к обучению, «излишнему над ними насилию» со стороны учителей, школы и родителей. В университете ситуация карди-

нально меняется, и студенты более заинтересованы в использовании компьютерных технологий в целях образования, самопознания, общения, получения дополнительной образовательной информации, повышения своего профессионализма, навыков и умений.

Однако соотношение использования компьютерных технологий на разных стадиях образовательного процесса неоднозначно. Так, в детских садах – 12%, связано с тем, что эти заведения на региональном уровне недостаточно оснащены технически. В школах ситуация немногим лучше и доступность интернета, компьютерных классов позволяет увеличить пользование интернетом, компьютеров и пр. В данном случае использование компьютерных технологий увеличилось до 31%. Что касается вуза, в котором проходил опрос, то проникновение компьютерных технологий намного выше в силу статуса высшего учебного заведения в образовательном пространстве – 76%.

Использование компьютерных технологий в работе с девиантностью студентов, напротив, очень низкое. Обосновывают преподаватели это тем, что возраст студентов – вполне самостоятельных людей – уже не поддается корректировке и достаточно сложно выработать новый инструментарий, способный перевести зависимость от гаджетов, социальных сетей и интернета, – в образовательное русло.

Так, в отношении корректировки девиантного поведения детей в детских садах работают психологи – 87%, в школах работают учителя в совокупности с родителями – 12%, очень редко психологи – 4%, в вузах – преподаватели – 11%, а психологи, как выявлено, отсутствуют, родители также не привлекаются. При этом именно в высших учебных заведениях нет прямых программ или положений о работе с девиантными подростками (студентами). Замкнутость, антисоциализация, зависимость от гаджетов и т.п. – не воспринимаются в отношении студентов девиантностью. Сегодня такое явление воспринимается как нормальное, так как большинство молодежи уже давно живет в виртуальном мире.

Общая часть молодежи в возрасте от 10 до 19 лет не считают свое поведение нестандартным или отклоняющимся от общепринятых норм. Как упоминалось, это исходит не только от внешнего влияния, но и окружающей внутренней среды, т.е. от родителей, которые не уделяют подросткам должного внимания, от референтных групп, где все построено на ложных стереотипах поведения, лидерстве, излишнем потребительстве и пр.

Обобщая ответы на вопрос: «Какие компьютерные технологии вы используете при работе с девиантными детьми?», где подразумевались все возрастные группы детей в нашем исследовании, были получены следующие ответы (при это каждый вариант компьютерных технологий принят за 100 процентов): Интернет и его образовательные ресурсы – 10% (детский сад), 44% (средняя школа), 46% (вуз); мультимедийные продукты используются в основном в вузе – 79%; в пользу специализированных образовательных программ, тренингов, игр, квестов и пр. 18% показал детский сад, 31% – школа, 51% – вуз. Помимо всего используются чаты с родителями – детский сад – 78%. Преподаватели как школы, так и вуза активно используют социальные сети для общения со своими учащимися и студентами, что позволяет корректировать домашние задания, кейсы, доклады и другую самостоятельную и внеаудиторную работу. Такой подход, хотя и помогает взаимодействию преподавателей и обучающихся, но не уменьшает зависимость от интернета, уменьшению антисоциализации и других критериев девиантного поведения детей, описанных ранее.

Результаты исследования и их обсуждение

Отметим, что критерии детской девиантности опрашиваемые формулировали самостоятельно. Данный аспект был важен в авторском исследовании, чтобы не навязывать чужое мнение, не представлять известные медицинские, психологические термины и пр. Таким образом, результаты исследования оказались первичными и непривязанными к какому-либо контексту.

Однако детская девиантность, по мнению многих ученых, – это «…неприятие влияния чужого человека, способность идти против общепринятых правил для того, чтобы прилечь к себе внимание…» [2]. В социологии под девиантностью понимают «…угрозу для окружения человека в физическом и социальном плане, отклоняющееся поведение мешает развитию как самого ребенка (тинейджера), так и социума в целом…» [3].

Медики считают по-другому, в частности «причины девиантного поведения у детей заложены в нарушениях их нервно-психического состояния. Для психологов девиантность – это интерпретированное поведение взрослых, конфликты в семье, в референтных группах, отсутствие положительного примера поведения в обществе и т.п., а также, когда истинная реальность просто игнорируется…» [4, с. 44].

Как следует, девиантное поведение зависит от множества факторов внутреннего и внешнего характера, и, как указывает Т.С. Смирнова, «...причины отклонений в поведении детей дошкольного возраста могут быть разделены на группы: биологическую, психологическую и социальную. В чистом виде данные группы практически не встречаются…» [5, с. 655].

Если обобщить все опросы, вне зависимости от форм обучения, то мы получаем высокую степень детской зависимости от гаджетов, где на первом месте интернет и мобильные телефоны. Так, Ю.В. Маслова указывает; «…Вместе с удобствами, которые нам принесли компьютерные технологии, можно заметить увеличивающееся количество проблем, связанных с ними. Помимо таких проблем со здоровьем, как нарушение осанки и ухудшение зрения, у некоторых людей, в частности у детей, появляется такое психологическое расстройство, как компьютерная зависимость…» [6, с. 494].

Однако другие авторы отмечают, что увлечение компьютерными технологиями

в любом возрасте можно обратить в пользу изучения, познания и получения учебных навыков изучения каких-либо дисциплин, самопознания ребенка, формирования его культуры и личности, в целом. К примеру, «…введение компьютера в среду дошкольного учреждения не является целью, ориентированной только на формирование навыков работы с новыми техническими средствами. Задачей дошкольного воспитания является полноценное и гармоничное психологическое, личностное, познавательное развитие ребенка-дошкольника, формирование и развитие ведущей деятельности, основных новообразований возраста …» [7, с. 80]. Также интерес представляет научно-исследовательский проект «Компьютерная зависимость детей и подростков», в котором «…основным профилактическим мероприятием является информационная работа, формирование правильного здорового отношения к компьютеру и виртуальному миру…» [8].

Именно использование компьютерных технологий в образовательных целях с любой возрастной группой детей ставится во главу авторских изысканий.

Результаты авторских исследований представлялись в ранних публикациях и коллегиально обсуждались на кафедре «Социальная работа» Донского государственного технического университета (г. Ростов-на-Дону).

Заключение

Формирование девиантного поведения во многом зависит от образа преподавания, специфики поведения преподавателей, которые не меньшее время находятся с детьми и вмешиваются в их жизнедеятельность не совсем адекватными методами. «Насильное», преувеличенное вмешательство в поведение ребенка без специального образования, программы, тренингов и, возможно, обучающих игр, квестов, презентаций, может нанести психике детей еще больший моральный и психологический вред.

Более того, нельзя забывать, что коррекция ребенка возможна и необходима на ранних стадиях определения девиантности, но она должна быть интегрирована усилиями всех фигурантов этого процесса – от педагогов, психологов до родителей. Педагоги должны работать с родителями, уделять внимание тем факторам, которые необходимо нивелировать в семье, чтобы дети не переносили этот негативный опыт в свою внешнюю жизнь.

Немаловажно «…умение работать с компьютерными продуктами, специальными программами для разработки графического, иллюстративного, презентационного материала, изучения иностранных языков и многого другого, что в настоящее время возможно посредством компьютерных технологий как в детских садах, так и в более старших образовательных заведениях…» [9, с. 139].

В этой связи предлагается учебно-методический комплекс. Концепт: квест-фокус-группы, т.е. интеграция игры и обсуждения результатов. При этом как квест, так и фокус-группа должны быть четко подобраны под описание девиантности каждой возрастной группы детей. В фокус-группе могут участвовать школьники, студенты, родители, преподаватели.

Целевая аудитория: родители детей и дети с ярко выраженными признаками девиантности, в возрасте от 3 до 19 лет.

Поставленная проблема: десоциализация, замкнутость, агрессивность по отношению к родителям, референтным группам, одноклассникам и др., полное погружение в виртуальную реальность, зависимость от гаджетов, интернета и т.п.

Цель – выделить особенности поведения изучаемой аудитории, найти коммуникационный инструментарий для нивелирования проблемы и/или снижения ее негативного влияния.

Механика квеста: с помощью компьютерных технологий, программ каждой группе «игроков» дается задание, связанное общей проблемой девиантности, т.е. если у ребенка зависимость от компьютера, то необходимо предложить ему разработать библиотеку из виртуальных книг на какую-то тему или сделать фильмотеку (презентацию) из любимых фильм, игр, анимации и пр.

Стратегия учебно-методического комплекса – поэтапно вывести ребенка из девиантного состояния, не применяя при этом категоричных, психологических и медицинских приемов, ориентируясь только на педагогический инструментарий и использование компьютерных технологий. В тестовом, игровом режиме необходимо проводить с ребенком квесты, которые в формате игр, жизненных ситуаций могут вывести ребенка из девиантного состояния хотя бы на время работы с педагогом и затем довести образовательный процесс до итогового положительного результата, – вывода ребенка из девиантного состояния по его собственной воле и осознанию. Здесь обязательное привлечение родителей, педагогов и формирование совместных игр, презентаций, по типу «собери все пазлы нашего обучения».

Стартовой базой для проведения образовательных квестов, мультимедийных

презентаций, специально разработанных компьютерных игр и программ, может стать Донской государственный технический университет, обладающий в настоящее время техническими, профессиональными и образовательными ресурсами. Кроме того, такой подход и интеграция усилий по работе с девиантными детьми позволит университету подготовить для себя будущих абитуриентов, заинтересованных в получении образования в данном вузе.

Список литературы

1. Blake J., Christodoulou D., James C., Hassey N., Hendrick C., H. Sahlgren G. Annual research digest 2016-2017: evidence on uses of technology in education. 2017. [Электронный ресурс]. URL: https://learningportal.iiep.unesco.org/en/library/annual-research-digest-2016-2017-evidence-on-uses-of-technology-ineducation (дата обращения: 10.03.2019).

2. Особенности девиантного поведения детей и подростков. [Электронный ресурс]. URL: https://psycho4you.ru/lichnost/emocii/deviantnoe-povedenie-detej-i-podrostkov (дата обращения: 14.08.2019).

3. Девиантное поведение у детей: причины, признаки и психолого-педагогическое сопровождение. [Электронный ресурс]. URL: http://depressio.ru/drugie-bolezni/rasstroystva-lichnosti/395-deviantnoe-povedenie-detej.html (дата обращения: 12.08.2019).

4. Конева О.Б. Неблагополучная семья и девиантное поведение: социально-психологические признаки // Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 14. С. 44–50.

5. Смирнова Т.С. Причины девиаций поведения у детей дошкольного возраста // Молодой ученый. 2016. № 20. С. 654–657.

6. Маслова Ю.В. Позитивные и негативные аспекты использования компьютерных технологий у детей и подростков // Образовательные технологии и общество. 2013. Т. 16. № 4. С. 493–503.

7. Дорохова И.А., Трифонова Н.Р. Система работы по использованию информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательном процессе ДОУ для развития ведущих сфер личности детей дошкольного возраста // Инновационные педагогические технологии: материалы Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2014 г.). Казань, 2014. С. 79–82.

8. Полубнева М.В. Научно-исследовательский проект «Компьютерная зависимость детей и подростков». [Электронный ресурс]. URL: https://infourok.ru/nauchnoissledovatelskiy-proekt-kompyuternaya-zavisimost-detey-i-podrostkov-1758855.html (дата обращения: 15.08.2019).

9. Безпалова А.Г., Легконогих А.Н. Использование информационно-компьютерных технологий в образовательном процессе: компетентностный подход // Человеческий капитал. 2019. № 5 (125). С. 133–140.

УДК 378.1:37.035

ПРАВОВОЕ ВОСПИТАНИЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ КАК ОДНА ИЗ ОСНОВ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ГРАЖДАНСКОГО ОБЩЕСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мохоров Д.А., Мохорова А.Ю., Демидов В.П.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, e-mail: mokhorov@mail.ru

В статье рассматривается актуальная проблема российского общества, связанная с процессом распространения правовых знаний среди студентов высших учебных заведений. Обосновываются наиболее эффективные подходы к формированию позитивных правовых установок у обучающихся, определяются цели реализации основных правовых положений, являющихся основой поэтапного формирования развитого гражданского общества, анализируются ценностные предпочтения правового характера, реализуемые в процессе воспитательного воздействия со стороны профессорско-преподавательского состава на правосознание студентов. Обозначаются основные ориентиры, служащие основанием для формирования уважительного отношения к правовой системе государства со стороны представителей молодого поколения. Эффективность процесса правового обучения во многом определяется степенью профессиональной подготовленности педагогов, преподающих учебные дисциплины правового цикла. Уровень правовой культуры каждого молодого человека напрямую зависит от комплекса передовых образовательных технологий, применяемых в ходе реализации требований, предусмотренных государственными стандартами для программ высшего образования. Важную роль в деятельности профессорско-преподавательского состава при обучении студентов основам правовых знаний играют индивидуальные подходы, применяемые педагогами для качественного усвоения основных правовых концептов. Кроме того, существенную роль играют факторы непосредственного влияния педагогов на выработку в сознании обучающихся в указанных технических вузах ценностно-ориентированных взглядов на правовую систему российского государства как отражение концептуальных подходов воздействия общества на формирование нравственных устоев представителей молодого поколения, наиболее соответствующих целям и задачам построения современного гражданского общества в нашей стране. Решение данной задачи в процессе преподавания правовых дисциплин осуществляется на базе передовых информационных технологий, что существенно повышает качество учебного процесса.

Ключевые слова: правовая система, профессиональное образование, обучение и воспитание, правовое сознание, правовая культура, гражданское общество, ценностные предпочтения

LEGAL EDUCATION OF STUDENTS AS ONE OF THE FOUNDATIONS OF THE FORMATION OF A MODERN CIVIL SOCIETY IN THE RUSSIAN FEDERATION

Mokhorov D.A., Mokhorova A.Yu., Demidov V.P.

Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Sankt-Peterburg, e-mail: mokhorov@mail.ru

The article deals with the actual problem of russian society related to the process of disseminating legal knowledge among university students. It justifies the most effective approaches to the formation of positive legal attitudes among students, identifies goals for the implementation of basic legal provisions that are the basis for the gradual formation of a developed civil society, analyzes the value preferences of a legal nature, implemented in the process of educational influence on the students' sense of justice. The basic guidelines that serve as the basis for the formation of a respectful attitude to the legal system of the state by the representatives of the younger generation are indicated. The effectiveness of the process of legal education is largely determined by the degree of professional preparedness of teachers teaching legal disciplines. The level of legal culture of each young person directly depends on a set of advanced educational technologies used in the implementation of the requirements stipulated by state standards for higher education programs. An important role in the activities of the teaching staff in teaching students the basics of legal knowledge is played by individual approaches used by teachers to qualitatively master the basic legal concepts. In addition, a significant role is played by factors of the direct influence of educators on the development in the minds of students in these technical universities of value-oriented views on the legal system of the Russian state as a reflection of the conceptual approaches of the impact of society on the formation of moral foundations of the young generation that are most consistent with the goals and objectives of building a modern civil society in our country. The solution of this problem in the process of teaching legal disciplines is carried out on the basis of advanced information technologies, which significantly improves the quality of the educational process.

Keywords: legal system, professional education, training and education, legal consciousness, legal culture, civil society, value preferences

В современном российском обществе основным концептом развития в правовом пространстве является создание правового демократического государства и высокоразвитого гражданского общества, что закреплено в Конституции нашей страны. Эта цель недостижима, если уровень правовой культуры молодого поколения будет недостаточно высок для осознания наиболее важных аспектов правовой действительности [1]. Исходя из общепринятых научных представлений, понятие гражданского общества связано с определенным этапом развития социальных общностей людей,

в рамках которого населению со стороны органов власти гарантируется безусловное осуществление прав и свобод личности, создание условий для усиления процессов самодеятельности индивидуумов в общественной жизни, обеспечение необходимых условий для реального проявления активности граждан в политической сфере, и, кроме того, повышение участия отдельных лиц в процессах политического характера. Гражданское общество не может возникнуть произвольно. Для его построения необходимой характерной чертой развития государства и права является формирование основ правовой государственности.

Цель исследования: изучение подходов к правовому воспитанию молодежи, определение круга важнейших факторов, влияющих на достижение высокого уровня правовой культуры студентов и выявление основных аспектов педагогического характера, объективно воздействующих на достижение адекватных представлений в среде обучающихся о правовой системе Российской Федерации с целью формирования устойчивого гражданского общества.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования использовались общенаучные методы – анализ основных положений правовой системы, синтез правовых концептов, сравнение отдельных правовых явлений для выделения сходных и различных черт и их признаков. Применялся системный метод, предполагающий изучение правовых явлений в их взаимосвязи и взаимообусловленности и опирающийся на научную классификацию правовых элементов, на наиболее характерные признаки частей правовой системы Российской Федерации; формально-юридические подходы, предполагающие выработку определенных выраженных оценок при наступлении тех или иных процессов и явлений, как индивидуального, так и массового характера, позволяющих студентам действовать в практической ситуации в рамках правового поля.

Следует отметить, что, по мнению ведущих исследователей указанной сферы общественной жизнедеятельности, гражданское общество и правовое государство диалектически взаимосвязаны [2]. Диалектика связей двух этих важнейших политико-правовых институтов обусловлена тем, что только многогранное и полиаспектное взаимодействие между указанными явлениями правовой и политической реальности создает реальные возможности развития конкретного исторически обусловленного типа общества во всей многоаспектности. Становление гражданского общества во многом зависит от уровня правовой культуры всего населения конкретного государства. Развитие правовых представлений о механизмах воздействия на социальные процессы со стороны органов власти, которые формируются в рамках разновозрастной структуры общества, опирается на высокий уровень правового воспитания. Кроме того, образование гражданского общества лежит в русле интересов значительного по численности большинства населения той или иной страны, что позволяет путем применения разнообразных методов педагогическо-правового воздействия создать необходимые предпосылки для реального воплощения идей демократического социально развитого современного государства.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках решения задачи создания основ современного гражданского общества в Российской Федерации, важное значение имеют процессы правового воспитания населения. Данный вопрос является в некотором отношении ключевым, так как молодое поколение впоследствии будет занимать важнейшие социально-политические позиции в нашем государстве и от уровня их правосознания во многом зависит разрешение задачи формирования развитого гражданского общества. Педагогическое воздействие на правовое сознание граждан осуществляется в форме правового воспитания. Правовое воспитание – это целенаправленная деятельность государства, общественных организаций, отдельных лиц по передаче правовой культуры, правового опыта, правовых идеалов и механизмов разрешения конфликтов в обществе от одного поколения другому; систематическое воздействие на сознание и поведение человека в целях формирования определённых позитивных представлений, взглядов, ценностных ориентаций, установок, обеспечивающих соблюдение, исполнение и использование юридических норм.

В современной России успешно реализуются разнообразные формы правового воспитания, которые призваны создать объективные предпосылки для понимания членами общества приоритетных правовых установок, которые отражают сущностные подходы государства к регулированию наиболее важных общественных отношений в условиях перехода нашей страны к рыночной экономике. Применение той или иной формы педагогического воздействия в рамках процесса правового воспитания зависит от конкретных обстоятельств социального, политического, культурного, национального характера, складывающихся на территории Российской Федерации в настоящий период времени.

Рассматривая проблематику воспитательного процесса, можно выделить такое направление, как формирование индивидуального правосознания и правовой культуры на начальном этапе жизни каждого человека [3]. В этот период закладываются основы правовых взглядов членов российского общества и устанавливаются сущностные элементы, определяющие уровень правовой культуры молодых людей. Влияние

на сознание ценностно-ориентированных правовых установок молодого поколения обусловлено тем, насколько конгруэнтно связана социальная активность родителей с теми правовыми постулатами, которые проецируются государством на модели желательного поведения членов общества.

Важным этапом в формировании правовой культуры подрастающего поколения является то время, в рамках которого представители молодежных слоев общества находятся в цикле получения школьного образования [4]. В общеобразовательных учебных заведениях в рамках разрешения данной задачи преподается ряд предметов правовой направленности, которые закладывают базовые знания школьников о правовой системе современного российского государства. Последовательность правового воспитания молодежи в Российской Федерации проявляется в том, что в высших учебных заведениях предусмотрены обязательные правовые дисциплины, которые позволяют студентам получить более обширный комплекс знаний в сфере регулирования государством основных общественных отношений с помощью системы права. Правовое воспитание молодого поколения позволяет существенно снизить явления правового нигилизма и обеспечить создание здоровой социальной среды, позволяющей оградить членов общества от противоправных деяний [5].

Результатом последовательного осуществления процесса правового воспитания лиц, обучающихся в высших учебных заведениях, является достижение высокого уровня правовой культуры. Правовая культура как сложное социально-правовое явление не формируется спонтанно, ее уровень во многом зависит от того, какие методы используются преподавателями в учебном процессе [6]. При этом следует обратить особое внимание на разработанность педагогических подходов, реализуемых в рамках преподавания правовых дисциплин [7]. Указанный комплекс приёмов и способов должен охватывать все стороны воспитания личности в вузе, чтобы добиться многогранности восприятия индивидуальным сознанием молодого человека тех правовых концептов, которые укоренились в современном российском обществе в начале XXI в. Социальная ориентированность профессорско-преподавательского состава правовых дисциплин на позиции справедливости, гуманности, законности, свободы проявлений личностных качеств оказывает непосредственное сущностное влияние на закрепление в индивидуальных ценностных ориентирах каждого студента наиболее приемлемых для современного российского общества установок правового характера. Наличие у преподавателей права высокого теоретического уровня знаний по конкретным дисциплинам в области регулирования общественных отношений в сочетании со значительным практическим опытом в решении ситуаций правового характера, позволяет более широко и разнообразно влиять на выработку у обучающихся тех социальных основ, которые востребованы в нашей стране в период сложных преобразований, происходящих уже несколько десятилетий.

Рассматривая и оценивая разнообразные подходы к правовому воспитанию молодежи, следует указать, что научная обоснованность и эффективность применяемых методов воздействия на сознание индивидуума напрямую сказывается на достижении высокого уровня индивидуальной правовой культуры членов общества. В основе системы методов правового воспитания могут лежать как общенаучные теоретические положения, охватывающие весь комплекс познавательной деятельности, так и совокупность приемов и способов, применение которых объективно направлено на создание основ правосознания, отвечающего задаче формирования развитого гражданского общества [8]. Поэтому в рамках правового воспитания студентов нельзя игнорировать применение диалектических методов, воздействующих на индивидуальные представления личности о наиболее важных концептах правовой культуры. То есть вся разносторонность диалектических подходов должна быть широко использована профессорско-преподавательским составом, специализирующимся на осуществлении учебного процесса в области права. В связи с этим профессорско-преподавательскому составу необходимо выработать научно обоснованную концептуально приемлемую программу правового обучения и воспитания студентов в рамках требований государственных стандартов, разработанных в системе высшего образования Российской Федерации, что может привести к позитивным результатам в области повышения уровня правовой культуры наиболее активных представителей молодого поколения, что в дальнейшем повлечет закрепление в сознание каждого студента правовых представлений соответствующим уровню решаемых задач российским обществом в ближайшие десятилетия [9].

Немаловажное значение в решении проблем правового воспитания молодежи имеют факторы, реализуемые в порядке самовоспитания. Самовоспитание связыва-

ет процессы педагогического воздействия, оказываемые представителями профессорско-преподавательского состава на правосознание личности, с влиянием семьи, школьных и студенческих коллективов, а также с конкретными факторами реальной действительности, в условиях которой развивается тот или иной обучающийся в современный период времени.

Самосовершенствование в правовой сфере, реализуемое обучающимися, позволяет им сформулировать наиболее адекватные взгляды на узловые моменты реалий объективной действительности, что создает необходимые условия для полноценной адаптации молодого поколения к быстроменяющимся факторам современной жизнедеятельности общества. В самовоспитании дисциплинируются те качества человека, которые пригодятся ему для достижений в рамках профессиональной и социальной деятельности в качестве активных участников наиболее важных процессов преобразований, происходящих в Российской Федерации в последние годы.

Важной является содержательная сторона педагогической деятельности [10], потому что те цели и задачи, которые должны быть решены и достигнуты в рамках формирования прогрессивно настроенной правовой личности, определяют результаты, необходимые современному российскому обществу при осуществлении правовой политики.

Следует отметить, что на содержании правового воспитания объективно сказывается достаточность материальных ресурсов, используемых государством в различных формах правового воздействия на конкретных представителей современного социума. Немаловажно следующее обстоятельство. Содержательность педагогического воздействия во многом обусловлена средствами духовно-нравственного характера, используемыми преподавателями на различных стадиях обучения.

Острота проблемы формирования действительно позитивного отношения к основным концептам правовой системы Российской Федерации со стороны членов общества заключается в том, что воспитательные процессы носят непрерывный характер, то есть они определяют неразрывность связи между старшими и более молодыми поколениями, что должно обеспечить стабильность и предсказуемость выработки определенных устойчивых правовых позиций по отношению к наиболее существенным аспектам развития российского государства в исторической ретроспективе [11].

Выводы

Правовое воспитание – многогранный процесс. Оно предполагает широкое использование приемов и методов правового просвещения, охватывающего значительные массы современного общества, потому что социум, развиваясь в рамках пространственно-временных координат, имеет сложную системную структуру, и поэтому невозможно достичь позитивных результатов в деле повышения уровня правовой культуры населения, если остальные слои общества не будут каким-либо образом связаны с данным процессом. Правовое просвещение, с одной стороны, охватывает правовое воспитание молодежи, как важного элемента единого социального организма, с другой стороны, при правовом воспитании студентов следует не только формировать у них набор определенных знаний правового характера, но и достичь такого уровня мировоззрения, которое предполагает наличие в нем основных гуманистических начал. В рамках правового просвещения при реализации учебных процессов в высших технических учреждениях возможно выделить наиболее сущностные элементы, определяющие особенности правового развития российской государственности.

Правовое воспитание студентов объективно связано с разрешением долгосрочных перспективных задач, решаемых Российской Федерацией с целью прогрессивного развития как гуманитарных, так и технических областей знания. Воспитание молодого человека в духе уважения требований права – очень сложный процесс, предполагающий одновременное разрешение нескольких связанных задач как правового характера, так и социокультурного. Поэтому при осуществлении правового воздействия на умы молодого поколения необходимо осуществить эффективную реализацию сущностных концептов российской правовой системы в диалектической связи с реалиями социокультурной действительности, сложившейся в РФ.

Правовое воспитание предполагает формирование у каждого молодого человека реальных представлений о процессах, происходящих в современном российском государстве, и каким образом представители молодежи могут реализовать свои профессиональные знания в рамках той правовой модели, которая создается в последние несколько десятилетий.

Правовое воспитание должно носить строго индивидуальный характер, так как каждая личность обладает неповторимым набором психофизических особенностей,

который отражается на их деятельности в современном социуме. Индивидуальный подход к формированию основных правовых установок позволяет конкретному представителю молодого поколения в значительной степени легче адаптироваться к правовым требованиям, предъявляемым российским обществом к каждому его члену.

Немаловажное значение в процессе правового воспитания молодых людей имеет возможность любого из них приобрести достоверную информацию о нормативно-правовых актах, регулирующих наиболее актуальные для указанных лиц сферы приложения их усилий. Правовая информированность студентов помогает им адекватно воспринимать требования, предъявляемые обществом к специалистам конкретной области деятельности, что существенно влияет на достижение профессиональных успехов молодыми людьми в выбранных ими направлениях социальной активности.

Одним из практических аспектов правового воспитания студентов является снижение пренебрежительного отношения их к комплексу нормативно-правового характера, установленного государством. То есть воспитание правового характера подрастающего поколения предполагает исключение из общественной жизни такого явления, как правовой нигилизм, который выражается в неконструктивном отрицании молодыми людьми устоявшихся обязательных требований и норм, характерных для российской правовой системы.

Российское государство, решая актуальную проблему формирования современного развитого гражданского общества, должно в широкой степени использовать правовое воспитание молодежи, осуществляемое в различных видах учебных заведений на протяжении значительного периода времени. Эффективность и современность подходов, реализуемых в процессе правового воспитания, напрямую отражается на успешности молодого поколения в его деятельности в сложный период социально-экономических и политических преобразований, происходящих в нашем государстве. Значимость правового воспитания воплощается в конкретной деятельности представителей студенческой молодежи при практическом разрешении проблем и задач, возникающих перед ними в рамках правовой реальности, сложившейся в обществе.

Список литературы

1. Попова Н.В. Ключевые темы актуальной образовательной политики и практики // Высшее образование в России. 2017. № 10. С. 26–38.

2. Тресков А.П. Правовое государство и гражданское общество: проблемы взаимодействия и функционирования // Известия ВУЗов. Северокавказский регион. Общественные науки. 2014. № 4. С. 83–86.

3. Жигулин А.А. Правовая культура студентов как единый комплекс правовых ценностей // Территория науки. 2013. № 6. С. 188–196.

4. Жигулин А.А. Правовая культура студентов как социальный феномен // Психология, социология и педагогика. 2012. № 3. С. 7–10.

5. Матевосова Е.К. Доктрина правового нигилизма // Актуальные проблемы российского права. 2014. № 6 (43). С. 1037-1043.

6. Орлова О.В. Роль государства и права в гражданском обществе // Труды Института государства и права РАН. 2016. № 1. С. 48–61.

7. Харников М.В. Организационно-педагогические условия, способствующие эффективному правовому просвещению подростка в образовательной организации // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2019. № 179. С. 54–59. DOI: 10.20310/1810-0201-2019-24-179-81-89.

8. Харников М.В. Формирование правовой культуры подростков: сущность и факторы влияния // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2018. № 177. С. 70–80. DOI: 10.20310/1810-0201-2018-23-177-70-80.

9. Хащенко Т.Г., Хащенко А.В., Шпак М.М. Формирование личностной готовности студентов вуза к правомерной профессиональной деятельности: психолого-педагогические условия и технология: монография. Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2012. 160 с.

10. Baranova T., Khalyapina L., Kobicheva A., Tokareva E. Evaluation of students' engagement in integrated learning model in a blended environment Education Sciences Volume 9, Issue 2, June 2019, Номер статьи 138. [Electronic resource]. URL: https://www.mdpi.com/2227-7102/9/2/138 (date of access: 12.09.2019). DOI: 10.3390/educsci9020138.

11. Сокольская Л.В. Генетический код правовой культуры социума // Закон русский. 2017. № 7. С. 51–62. DOI: 10.17803/1729-5920.2017.128.7.063-074.

УДК 378:796.011.1

ПОКАЗАТЕЛИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА

[1,2]Наймушина А.Г., [2]Захарова А.В.

[1]ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тюмень, e-mail: all6239@yandex.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, anastas.avkz@gmail.com

Компетенция здоровьесбережения складывается из двух основных направлений: психолого-педагогического и медико-социального. Психолого-педагогические аспекты здоровьесбережения включают: создание безопасного образовательного пространства и здоровьесберегающие педагогические технологии. При этом здоровьесбережение – это целенаправленно организованный педагогический процесс формирования и развития культуры здорового образа жизни. Критерии формирования компетенции здоровьесбережения складываются из объективной и субъективной составляющих: уровня тренированности, распространённости основных и дополнительных факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний, мотивации к занятиям физической культурой. По результатам анкетирования выявлена высокая распространённость основных и дополнительных факторов риска развития хронических заболеваний у юношей и девушек, обучающихся по направлению подготовки «Машиностроение» и «Нефтегазовое дело», студентов медицинского вуза. Все студенты выражают потенциальную готовность к активному и здоровому образу жизни, но по результатам опроса отмечена высокая распространенность нарушения ритма и характера питания. Уровень тревожности выше у студентов медицинского вуза. У девушек в 2 раза выше распространённость миопии. Мы нашли подтверждение тому, что здоровье обучающихся в высших учебных заведениях прогрессивно ухудшается, а формирование приверженности к здоровому образу жизни зависит от личной мотивации студентов и уровня информированности о факторах риска хронических неинфекционных заболеваний.

Ключевые слова: факторы риска, компетенция здоровьесбережения, физическая культура, самооценка здоровья

PERFORMANCE INDICATORS FOR THE COMPETENCE OF HEALTHY SAFETY OF STUDENTS OF THE FIRST COURSE

[1]Naymushina A.G., [2]Zakharova A.V.

[1]Department of Biology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tyumen State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Tyumen, e-mail: all6239@yandex.ru;

[2]Department of Physical Education, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Industrial University of Tyumen» / IUT, Tyumen, e-mail: anastas.avkz@gmail.com

The competence of health savings consists of two main areas: psychological, pedagogical and medico-social. Psychological and pedagogical aspects of health protection include: the creation of a safe educational space and health-saving pedagogical technologies. At the same time, health preservation is a purposefully organized pedagogical process of the formation and development of a culture of a healthy lifestyle. The criteria for forming the competence of health savings are made up of objective and subjective components: the level of fitness, the prevalence of major and additional risk factors for the development of chronic non-infectious diseases, motivation for physical training. The article presents data on the students' awareness of occupationally harmful factors and working conditions of employees of the fuel and energy complex. According to the results of the questionnaire, a high prevalence of the main and additional risk factors for the development of chronic diseases in young men and women studying in major «Mechanical Engineering» and «Oil and Gas Engineering», students of medical school was revealed. The high potential willingness of students for physical training is shown. In girls, the prevalence of myopia is 2 times higher. The health of students in higher educational institutions progressively worsens, and the formation of adherence to a healthy lifestyle depends on the personal motivation of students.

Keywords: risk factors, health saving, physical culture, self-evaluation of health

В современной психолого-педагогической образовательной парадигме проблема охраны здоровья участников образовательного процесса и формирование компетенции здоровьесбережения занимает приоритетное место [1, 2]. Изучение здоровья и процессов адаптации к образовательной среде вуза остаётся актуальной научной темой, которой посвящены работы российских исследователей [3–5]. Первично «здоровьесбережение» употреблялось Н.К. Смирновым в контексте соотнесения инновационных педагогических технологий минимальному повреждающему действию для здоровья учащихся [6]. И.А. Зимняя к компетенции здоровьесбережения относила: знание и соблюдение норм здорового образа жизни, знание опасности курения, алкоголизма, наркомании, СПИДа; знание и соблюдение правил личной гигиены, обихода; физическая культура человека; свобода и ответственность выбора

образа жизни [7, с. 29]. Д.В. Викторов понятием «здоровьесбережение» обозначал деятельность личности посредством реализации знаний и использования умений оздоровления организма, формируемых с помощью средств физической культуры [8]. С.В. Сергеева, О.А. Воскрекасенко формирование компетентности здоровьесбережения определяют комплексом мероприятий, направленных на ведение ЗОЖ в классическом представлении отказа от вредных привычек; вырабатывание системы знаний об особенностях работы организма и принципах самодиагностики и профилактики заболеваемости и травматизма; соблюдение обручающимися на практике санитарно-гигиенических норм и правил; формирование отношения обучающихся к своему здоровью как к величайшей ценности; развитие у обучающихся умений определять состояние своего здоровья, сознательное обращение к врачу, саморегуляция своего психоэмоционального и функционального состояния в стрессовых ситуациях. Авторами разработана анкета «Компетенция здоровьесбережения» на основании методики «Что вы знаете о своём здоровье» Г.А. Радоман и Н.А. Долбешкиной, содержание которой касается информированности респондентов о курении, алкоголизме, безопасном сексе и некоторых особенностях питания [9].

На наш взгляд, компетенция здоровьесбережения – это умение оценить состояние индивидуального здоровья и не только описать, но и обосновать приверженность той манере поведения, которую мы можем обозначить как стиль жизни (рисунок).

Для оценки эффективности образа жизни, способствующего укреплению и сохранению индивидуального здоровья (ЗОЖ), разработан ряд биосоциальных критериев: во-первых, оценка морфологических и функциональных показателей здоровья, определяющих уровень физического развития и физической подготовленности; во-вторых, оценка состояния иммунитета, а также динамики развития хронических неинфекционных заболеваний; в-третьих, оценка адаптации к социально-экономическим условиям, отражающим эффективность выполнения профессиональных задач, семейных функций, уровень проявления социально-личностных интересов; в-четвертых, наличие навыков составления индивидуальной программы по укреплению здоровья.

Конструктив «стиль жизни» не имеет столь однозначной трактовки, как «здоровый образ жизни». И здесь мы обращаемся к классическому определению А. Адлера, который называл стиль жизни уникальным для индивидуума способом адаптации к жизни, особенно в плане поставленных самим индивидуумом целей и способов их достижения. По мнению автора, стиль жизни включает в себя уникальное соединение черт, способов поведения и привычек, которые взяты в совокупности, определяют неповторимую картину существования индивидуума в нахождении тех свойств интегральной индивидуальности, которые бы содержательно характеризовали тот или иной стиль жизни на основе проявлений определяющих его личностных свойств. В случае нахождения таких свойств личности считать, что соответствующий им стиль жизни отражает непосредственно его интегральную индивидуальность [10].

Структура формирования компетенции здоровьесбережения (КЗ)

Планируемые уровни сформированности компетенции здоровьесбережения

Уровни сформированности компетенции	Структура компетенции	Основные признаки уровня
1	2	3
Компетенция здоровьесбережения как способность использовать методы и инструменты физической культуры и спорта (ФКиС) для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		
Пороговый уровень (как обязательный для всех обучающихся по завершении освоения ОПОП)	Знать основы физической культуры	Знать теорию физической культуры и спорта и физиологические основы ФКиС в подготовке обучающихся к профессиональной деятельности
	Уметь использовать физическую культуру и спорт для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Объяснять физиологические механизмы и закономерности совершенствования отдельных систем организма под воздействием направленной физической тренировки
	Владеть базовыми понятиями по курсу (узнавание терминов, определение понятий, раскрытие содержания понятий, воспроизведение полного объема каждого понятия, установление межпонятийных связей, практическая интерпретация терминов в различных аспектах)	Понимать критерии оценки физического развития человека, антропометрических показателей и физической работоспособности. Определять индивидуальный уровень здоровья и АПЧ. Понимать значение профессионально-прикладных аспектов физической культуры и спорта для своей деятельности
Повышенный уровень (относительно порогового уровня)	Знать основы физической культуры	Знать характеристику ценностных ориентаций обучающихся на физическую культуру и спорт, здоровьесбережение в контексте современных теорий естественнонаучного и гуманитарного образования
	Уметь использовать физическую культуру и спорт для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Определять индивидуальный уровень здоровья и АПЧ. Знать и применять в своей деятельности программу профилактики ХНИЗ и здорового образа жизни в зависимости от физического развития и профессиональной ориентации
	Не только владеть понятиями по курсу (узнавание терминов, определение и раскрытие содержания понятий, установление межпонятийных связей), но иметь собственные суждения в области теории и практики физической культуры и спорта; владеть средствами физической культуры (в том числе адаптивной) для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Владеть методикой оценки индивидуального здоровья и уметь корректировать своё поведение в соответствии с требованиями и условиями окружающей среды. Уметь обосновывать тот стиль жизни, который оправдывает цели и стратегии будущего. Оценивать последствия принятых решений в отношении собственного здоровья и здоровья окружающих людей

В данной статье мы рассмотрим только пороговый уровень формирования компетенции здоровьесбережения исходя из критериев оценки КЗ, разработанных на кафедре физического воспитания Тюменского индустриального университета (таблица).

Цель исследования: рассмотреть приверженность к здоровому образу жизни в контексте отказа от курения, алкоголя и информированности об основных факторах риска вреда здоровью у студентов 1 курса тюменских вузов.

Методы исследования: анкетирование, прямой опрос, эссе, анализ результатов сдачи норм физической подготовки (156 юношей и 34 девушки – студенты 1 курса направления подготовки «Машиностроение» и «Нефтегазовое дело»). Среди студентов первого курса педиатрического факультета желание поучаствовать в анонимном опросе изъявило 14 юношей и 43 девушки, 19 девушек и 9 юношей стоматологического факультета. В анкетировании использована «Методика самооценки здоровья и факторов риска развития неинфекционной патологии» [11]. Анкеты обработаны в программе SPSS Statistics.

Результаты исследования и их обсуждение

В своих исследованиях мы придерживаемся концепции здоровьесбережения субъектов университетского комплекса,

разрабатываемой коллективом исследователей Тюменского индустриального университета, согласно которой здоровьеформирующий потенциал образовательный организации – это социальная стратегия в отношении участников образовательного процесса и совокупность мер и средств реализации программ социальной защиты субъектов университетского комплекса [12]. Программа «За здоровый образ жизни обучающихся и сотрудников ТюмГМА» реализуется с 2015 г. [13].

Мы просим студентов высказать мнение о том, какую роль играет физическая культура и спорт в жизни человека в форме короткого рассказа о своих достижениях в физкультуре и спорте и роли семьи и общества в формировании приверженности к здоровому образу жизни. Вне зависимости от пола все студенты инженерно-технического вуза выразили готовность к занятиям физической культурой и спортом, описав в коротких рассказах роль семьи и школы в мотивации к ЗОЖ. Вторым этапом данного исследования стал анализ освоения программы дисциплины «Прикладная физическая культура», с оценкой показателей силы, скоростных реакций и гибкости обучающихся в рамках подготовки к тестированию ГТО. По результатам освоения программы «Прикладная физическая культура» 19% юношей и 11% девушек имеют высокий уровень физической подготовки. 56% юношей и 33% девушек демонстрируют средний уровень физической подготовленности по результатам выполнения основных нормативов и не готовы принять участие в программе сдачи норм ГТО. Студенты с низким уровнем физической подготовки имеют те или иные ограничения к занятиям по общефизической подготовке и хронические заболевания. Расстройства функции зрения являются ведущими синдромологическими нарушениями физического здоровья, которые, по мнению студентов, совершенно не являются ограничением социального функционирования и психологически не вызывают никакого дискомфорта. Отягощён анамнез по сердечно-сосудистым заболеваниям (ССЗ) и зафиксированы эпизоды повышения артериального давления у 6 юношей, у одного из студентов диагностирован метаболический синдром. Студенты, имеющие ограничения к занятиям физической культурой, принадлежат ко 2–3 группам здоровья (25% юношей и 11% девушек). Среди юношей, обучающихся по направлению «Нефтегазовое дело», мы заметили особое отношение к состоянию физического тела и стремление к высокой двигательной активности вне университета – посещения тренажерных залов и секций по футболу и боевым искусствам; только 37% девушек уделяют внимание дополнительным занятиям по физической культуре, остальные 63% респондентов всё свободное от учебных занятий время тратят на подготовку к профильным дисциплинам. Как мы видим, большая часть студентов субъективно готова к занятиям физической культурой, но объективные показатели тренированности указывают на среднюю степень физической подготовки. Среди студентов первого курса педиатрического факультета 3 юношей и 5 девушек имеют медицинские противопоказания к занятиям физической культурой. У всех студентов мотивация к занятиям физической культурой снижена (многие рассказывают о высокой учебной нагрузке и ссылаются на дефицит времени).

Третий этап оценки компетенции здоровьсбережения заключался в анонимном анкетировании. По результатам анкетирования студентов Тюменского индустриального университета выявлена высокая распространённость курения среди юношей и девушек (никогда не курили 55% юношей и 64,7% девушек). По нашим наблюдениям, в местах, отведённых для курения, на 10 юношей приходится 1–2 курящие девушки. При анализе толерантного отношения к алкоголю ответ «никогда» отмечен у 32,1% юношей и 41,24% девушек.

Вне зависимости от пола большая часть респондентов имеют склонность к нарушению пищевого поведения – перееданию. Юноши стараются следить за рационом питания, но не отказываются от «быстрой еды» 1–2 раза в неделю. В отличие от юношей, все девушки испытывают чувство вины за периодические всплески переедания, связанные с эмоциональными переживаниями. Далеко не все респонденты знают, какой у них уровень холестерина и артериального давления (52% и 48% соответственно). Хотя большая часть опрашиваемых и имеет представления о своем весе и росте (80%), этой информации недостаточно для наиболее точного анализа состояния здоровья, составления требуемого режима питания и индивидуальных физических тренировок.

Результаты анонимного анкетирования студентов первого курса медицинского вуза показали, что об основных морфофункциональных показателях здоровья информированы 83% респондентов, но никто не смог указать значения показателей общего холестерина и глюкозы. 19% студентов вне зависимости от пола предпочитали здоровую пищу , «Fast food» – 13% девушек и 31% юношей, все остальные питались в основном нерегулярно в виде лёгких перекусов

и нередко переносили основной приём пищи на вечер. Часто простывали 10% девушек; у 29% юношей и 34,7% девушек есть аллергическая реакция. Курят 7 юношей и 4 девушки. Девушки чаще замечали нарушения сна, но практически все опрошенные нами студенты отмечают недостаточное количество ночного сна – продолжительностью от 5 до 6,5 ч, которое компенсируется сном в выходные дни. Отмечают повышение артериального давления 9,7% студентов.

Контрольное анкетирование, проведённое в конце учебного года в онлайн-режиме без учета персональных данных содержало 5 вопросов, позволяющих определить мотивацию к занятиям физической культурой и спортом [14]. В группе респондентов анкетирование нашло отклик у 17 студентов ТюмГМУ (из них 8 девушек) и 60 студентов ТИУ (из них 13 девушек). На вопрос: «Какую роль сыграли родители в том, что Вы активно занимаетесь (или не занимаетесь) тем или иным видом спорта?» вне зависимости от пола и принадлежности к образовательной организации 85% анкетируемых ответили – родители оказали решительное содействие в том, чтобы ребёнок посещал секции или занятия по физической культуре; 12% родителей были категорически против занятий и 13% соблюдали нейтралитет. «Личная мотивация. Охарактеризуйте своё стремление к физическому совершенствованию и высоким спортивным результатам?» – такой вопрос в большей степени показал стремление студентов к физическому совершенствованию, а не средству поддержания здоровья. Предпочтение в самостоятельных занятиях юноши и девушки отдают тренировкам в тренажёрном зале. Юноши Тюменского индустриального университета занимаются единоборствами (24%) или баскетболом (21%). Для студентов «Тюменского государственного медицинского университета» достаточными являются занятия физической культурой и только 3 девушки посещают тренажёрный зал. Несмотря на то, что именно родители сыграли решающую роль в становлении мотивации респондентов к активному двигательному режиму, при ответе на вопрос: «Сделайте вывод. Кто сыграл ведущую роль в Вашем отношении к физической культуре и спорту (Вы сами или ваше окружение)?» – 83% респондентов ответили «Я сам/сама». Можно сделать вывод о том, что потребность в эстетике тела является главным мотивом для занятий физической культурой и спортом у студентов первого курса. Данный факт свидетельствует о том, что у студентов отсутствует представление о гармонизации здоровья в традиционном понимании ЗОЖ: отказ от вредных привычек, оптимальный двигательный режим и сбалансированное питание – об этом свидетельствуют нарушения пищевого поведения практически у всех опрошенных нами студентов. Все эти факты актуализируют выбор стратегии преподавания теоретического курса «Физическая культура и спорт» в контексте «Wellness», как наиболее перспективного направления реализации программы «Вуз здорового образа жизни» [15].

Заключение

Как показали наши исследования, ведущими факторами соблюдения здорового образа жизни подавляющее большинство учёных считают отказ от табакокурения и напитков, полученных в процессе брожения; здоровое питание с ограничением поваренной соли и сахара; соблюдение недельного двигательного режима от 8 до 11 ч в юношеском и первом зрелом возрастном периоде; контроль индекса массы тела и информированность о наследственных заболеваниях. Анкетирование студентов 1 курса направления подготовки «Машиностроение» и «Нефтегазовое дело» и первокурсников медицинского вуза показало высокую частоту встречаемости данных факторов риска вреда здоровью. В целом студенты инженерно-технического вуза демонстрируют лучшую заботу о состоянии физического здоровья и не акцентируют внимание на высоких достижениях при аттестации, что, как известно, обеспечивает лучший уровень социализации и высокий уровень стрессоустойчивости [16]. Вызывают беспокойство жалобы на нарушение ритма сна и высокий и средний уровень тревожности у студентов медицинского вуза и более выраженные нарушения пищевого поведения, в сравнении со студентами инженерно-технического вуза. Безусловно, дезадаптивные состояния, обусловленные образом жизни, не предполагают обязательного развития хронических неинфекционных заболеваний, но могут служить надёжным и достоверным критерием сформированности компетенции здоровьесбережения. Различные формы опроса и анкетирование студентов двух тюменских вузов показало высокую степень заинтересованности в совершенствовании физической формы. Главным мотивирующим фактором в организации самостоятельных занятий физической культурой и спортом для первокурсников стало эстетическое моделирование тела, а не приверженность здоровому образу жизни.

Список литературы

1. Ефремова Т.Г., Бережная Е.С., Зазулина Е.В. Физическое воспитание в системе высшего образования: подходы и особенности реализации // Педагогический журнал. 2017. Т. 7. № 1 А. С. 287–300.

2. Столяров В.И., Фирсин С.А., Баринов С.Ю. Содержание и структура физкультурно-спортивного воспитания детей и молодежи (теоретический анализ). Саратов: Наука, 2012. 269 с.

3. Виленский М.Я. Здоровый образ и стиль жизни студента: методологический анализ // Педагогическое образование и наука. 2009. № 3. С. 15–18.

4. Здоровьесберегающая деятельность в системе образования: теория и практика: учебное пособие / Под науч. ред. Э.М. Казина; ред. коллегия: Н.Э. Касаткина, Е.Л. Руднева, О.Г. Красношлыкова и др. Кемерово: Изд-во КРИПКиПРО, 2009. 347 с.

5. Чесебиева С.Т., Удычак М.М. Мотивация формирования здорового образа жизни у студенческой молодежи // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2014. № 4. С. 122–126.

6. Смирнов Н.К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в современной школе: методическое пособие. М.: АПК и ПРО, 2002. 121 с.

7. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. С. 29.

8. Викторов Д.В. Физкультурное образование: фактор здоровьесберегающей компетенции студенческой молодежи // Вестн. Том. гос. ун-та. 2014. № 387. С. 194–202.

9. Сергеева С.В., Воскрекасенко О.А. Формирование социальных компетенций обучающихся в техническом вузе как многоуровневом образовательном комплексе // Интеграция образования. 2016. Т. 20. № 4. С. 484–492.

10. Адлер А. Практика и теория индивидуальной психологии. М., 1995. 435 с.

11. Янтимирова Р.А., Наймушина А.Г., Соловьева С.В. Методика самооценки здоровья и факторов риска развития неинфекционной патологии // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=16866 (дата обращения: 27.08.2019).

12. Наймушина А.Г. Физическая культура: учебное пособие по дисциплине физическая культура для бакалавров направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение». Тюмень: ТИУ, 2017. 76 с.

13. Программа «За здоровый образ жизни обучающихся и сотрудников ТюмГМА». [Электронный ресурс]. URL: http://www.tyumsmu.ru/assets/files/upload/2513/kompleksnaya-programma-_za-zdorovyij-obraz-zhizni-obuchayushhixsya-i-so.pdf (дата обращения: 27.08.2019).

14. Опрос по физической культуре. [Электронный ресурс]. URL: https://docs.google.com/forms/d/1qJVIe6UzpCno_KxTlRJ6aIRqmn_3fJvqECSdb_Y1fW8/viewform?edit_requested=true (дата обращения: 27.08.2019).

15. Cowen E.L. The enhancement of physiological wellness: challenges and opportunities. Amer. J. Community Psychol. 1994. Vol. 22. № 5. P. 149–179.

16. Lazarus R.S. From psychological stress to the emotions: A history of changing outlook. Ann. Rev. Psychol. 1993. № 44. P. 1–21.

УДК 378.1:372.862

РАЗРАБОТКА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНТЕГРИРОВАННЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Наумкин Н.И., Ломаткин А.Н., Рожков Д.А., Кручинкин Д.С., Иншаков В.А.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: naumn@yandex.ru

В предлагаемой статье рассматривается проблема повышения эффективности подготовки студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности (ИИД), под которой мы понимаем формирование у них компетентности в инновационной инженерной деятельности (КИИД), за счет использования специально спроектированных интегрированных учебных дисциплин (ИУД). В ходе исследования авторами было конкретизировано определение понятия «учебная дисциплина» (УД) и сформулировано определение понятия «интегрированная учебная дисциплина» как дисциплина, объединяющая содержание различных учебных и научных дисциплин, (техники, искусства, производственной и других видов человеческой деятельности) и адекватную им деятельность в необходимом и достаточном объеме для эффективного и гарантированного формирования у студентов требуемых компетенций. Использование в работе совокупности системного, структурного, интегрированного подходов, а также методов морфологического анализа-синтеза и проектирования позволило: составить классификацию всех возможных видов интеграции дисциплин, видов деятельности, этапов обучения и уровней образования; спроектировать ИУД «Прикладная механика» учебного плана направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», включающую лекционные, практические, лабораторные и другие формы занятий с блоками обучения ИИД и аддитивным технологиям; разработать и внедрить в учебный процесс педагогическую модель методической системы подготовки студентов к ИИД при обучении интегрированным дисциплинам, традиционно включающую целевой, концептуальный, содержательный, технологический и рефлексивно-оценочный компоненты и обеспечивающую повышение эффективности такой подготовки.

Ключевые слова: учебная дисциплина, учебная интегрированная дисциплина, инновационная инженерная деятельность, компетентность в инновационной инженерной деятельности, педагогическая модель

DEVELOPMENT OF A PEDAGOGICAL MODEL OF A METHODICAL SYSTEM FOR PREPARING UNIVERSITY STUDENTS FOR INNOVATIVE ACTIVITIES IN TEACHING INTEGRATED DISCIPLINES

Naumkin N.I., Lomatkin A.N., Rozhkov D.A., Kruchinkin D.S., Inshakov V.A.

National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: naumn@yandex.ru

This article discusses the problem of improving the efficiency of preparing students of technical universities for innovative engineering (IID), based on the formation of their competence in innovative engineering (KIID), through the use of specially designed integrated educational disciplines (IUD). In the course of the study, the authors specified the definition of the term «academic discipline» (UD) and formulated the definition of the term «integrated academic discipline» as a discipline uniting the contents of various educational and scientific disciplines (technology, art, production and other types of human activity), and adequate activity to them in the necessary and sufficient volume, for effective and guaranteed formation of the required competencies in students. Using a combination of system, structural, integrated approaches, as well as methods of morphological analysis, synthesis, and design, allowed us to: compile a classification of all possible types of integration of disciplines, types of activities at the training stages and educational levels; to design IUD «Applied Mechanics» of the curriculum of the training direction 13.03.01 «Heat and Power Engineering» FSBEI HE «Moscow State University N.P. Ogareva «, including lecture, practical, laboratory and other forms of training with blocks of IID training and the use of additive technologies; to develop and introduce into the educational process a pedagogical model of the methodological system of preparing students for IID in teaching integrated disciplines, which traditionally includes target, conceptual, substantive, technological and reflective-evaluative components that increase the effectiveness of such training.

Keywords: academic discipline, integrated educational discipline, innovative engineering activity, competence in innovative engineering activity, pedagogical model

Судя по содержанию практически всех последних нормативных документов, регламентирующих развитие экономики страны и образовательных стандартов всех направлений и уровней обучения, инновационная подготовка является неотъемлемым и обязательным компонентом общей подготовки будущих кадров. Однако, несмотря на это, в учебных планах вузов отсутствуют дисциплины, обеспечивающие такую подготовку. Возникает противоречие между необходимостью подготовки обучающихся к инновационной деятельности и отсутствием дисциплин целенаправленно обеспечивающих такую подготовку. Для разрешения этого противоречия авторы предлагают, не

нарушая учебные планы, блоки и названия дисциплин вводить в их состав интегрированные учебные дисциплины, в структуру которых включены разделы, обеспечивающие формирование у студентов вузов компетенций, определяющих владение инновационной деятельностью. Особенно это актуально для инженерного образования, так как именно эффективная инженерная деятельность обеспечивает технический прогресс общества в целом и обучать таких специалистов необходимо ИИД.

Цель статьи: разработка педагогической модели методической системы подготовки студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности при обучении интегрированным дисциплинам.

Материалы и методы исследования

В описываемых материалах статьи были использованы традиционные общенаучные подходы, методы и принципы исследования [1]. Из подходов наиболее полно были использованы: интегрированный (при проектировании интегрированных дисциплин) и системный (при составлении педагогической модели методической системы подготовки к ИИД), структурный (при структурировании материала УД и ИУД). Среди множества методов были задействованы метод морфологического анализа и классификации (для выявления различных способов интеграции разделов ИУД), метод анализа существующих исследований и синтеза таких понятий, как «учебная дисциплина» и «интегрированная учебная дисциплина», а также метод проектирования для разработки модели и структуры ИУД. Среди общенаучных принципов в ходе исследования наиболее актуальными были: принцип историзма, детерминизма и количественно-качественных изменений применительно к ИИД.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии со сформулированной целью рассмотрим понятие «учебная интегрированная дисциплина», но прежде конкретизируем понятие «учебная дисциплина». На рис. 1 представлены различные, наиболее широко используемые в педагогической практике определения УД. На наш взгляд, наиболее отвечающим требованиям инновационной подготовки является определение УД М.Г. Романцов и Т.В. Сологуб, представленное на рис. 1 под номером 8. Но считаем необходимым его расширить и конкретизировать и в дальнейшем в своих исследованиях понимать под *учебной дисциплиной логически завершенную структурную единицу образовательного процесса, представляющую собой систему из знаниевого, психологического и деятельностного компонентов, определенной отрасли науки (техники, искусства, деятельности) и направленную на формирование требуемых компетенций.*

Непосредственно определения ИУД в существующих исследованиях нам не удалось найти. Имеются сведения об использовании принципа интеграции в образовательной среде и его реализации, так, встречается информация об организационной интеграции объектов образовательной деятельности и интеграции компонентов инженерной и инновационной подготовки в вузах [8], интеграции дисциплин в рамках методических систем обучения, например, Г.Н. Курбоновой [9], междисциплинарной интеграции Л.В. Абакумовой и Е.А. Климовой [10] при фундаментальной подготовке учащихся ССУСов. В последнее время, особую популярность приобрела идея проведения интегрированных занятий на различных уровнях образования [10]. Наиболее близкой к нашему исследованию является идея Г.А. Кондратьевой [11] об интеграции в модульную структуру существующих дисциплин ВГУМИП. Известны также примеры использования интегрированных дисциплин так, например, преподаваемая на протяжении нескольких десятков лет в инженерных вузах студентам немеханических направлений подготовки дисциплина «Прикладная механика», включающая в себя основные разделы сопротивления материалов, теоретической механики, теории механизмов и машин, деталей машин и основ конструирования. Она спроектирована для формирования у обучающихся фундаментальных инженерных знаний. Еще одним таким примером является специально спроектированная Е.П. Грошевой [12], для обучения студентов ИИД, интегрированная дисциплина «Основы инновационной инженерной деятельности», состоящая из разделов: инновационная деятельность, инженерное творчество, интеллектуальное право, патентные исследования – и отражающая основные этапы реализации ИИД.

На основании вышеизложенного сформулируем для дальнейшего использования рабочее определение учебной интегрированной дисциплины как дисциплины объединяющей в себе содержание различных учебных и научных дисциплин (техники, искусства, производственной и других видов человеческой деятельности) и адекватной им деятельности в необходимом и достаточном объеме, для эффективного и гарантированного формирования у студентов требуемых компетенций (рис. 1).

В таблице представлены составленные нами на основе использования морфологического анализа различные виды интеграции. В этой таблице, под номером 1, представлена внутридисциплинарная интеграция, широко используемая при мо-

дульном обучении [1]. Под номером 2 идет следующий, более сложный вид интеграции: междисциплинарная: 1) одного цикла дисциплин; 2) разных циклов (естественно-научная с общетехнической, общетехническая с профессиональной и др.); 3) дисциплин разных направлений подготовки; 4) дисциплин с различными видами деятельности и др. Основной задачей многоуровневой интеграции (интеграция уровней образования) является оптимальное проектирование образовательных программ различных уровней с целью их согласования и направления на решение главных задач, при оптимальных значениях материальных, временных и других затрат. Безграничные возможности для решения образовательных задач предоставляет комбинированная интеграция, обеспечивающая интеграцию различных существующих уровней, этапов, методов и технологий образования и обучения (таблица).

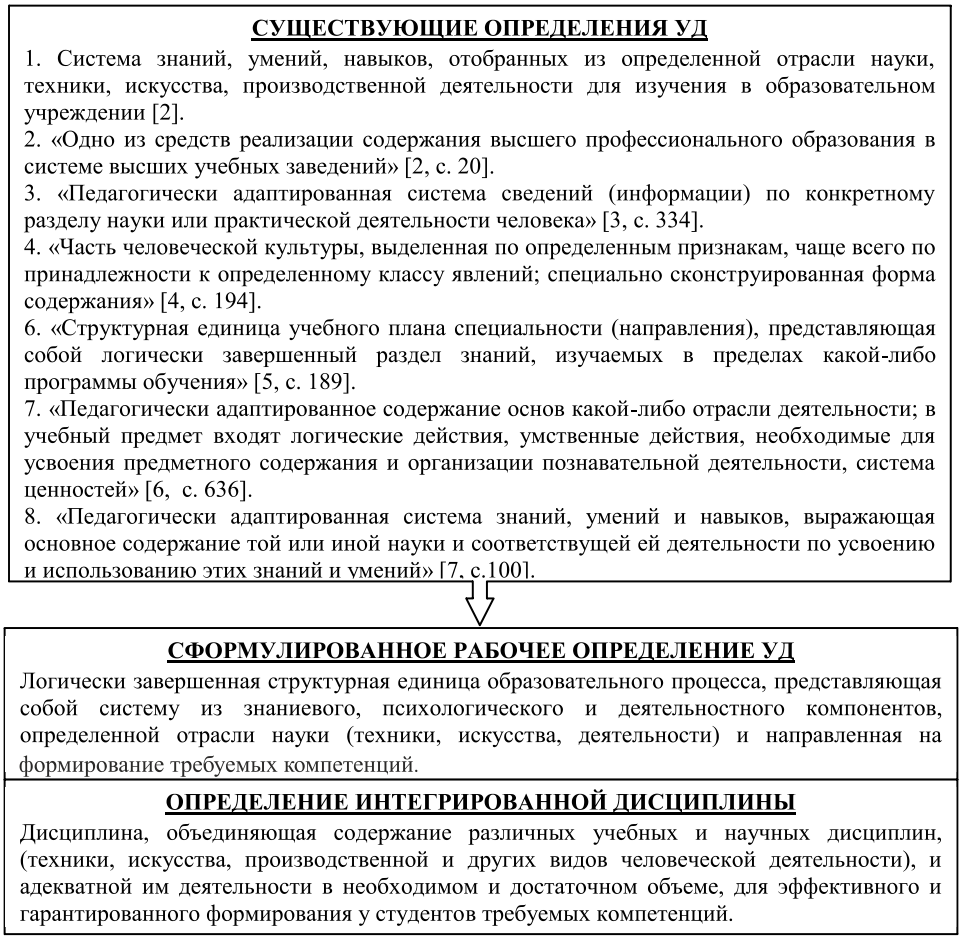


Рис. 1. Определения учебной и интегрированной дисциплин

Виды интеграции

Вид интеграции	Структура (вид интеграции)			
1. Внутридисциплинарная	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль N
2. Междисциплинарная	Одного цикла	Разных циклов	Разных направлений	С видами деятельности
3. Многоуровневая	Бакалавриат	Магистратура	Специалитет	Аспирантура
4. Комбинированная	Внутридисциплинарная с междисциплинарной		Внутридисциплинарная с многоуровневой	
	Междисциплинарная с многоуровневой		Другие комбинации	

Учитывая вышеизложенное, нами была спроектирована УИД «Прикладная механика» (ПМ) учебного плана направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева». Она включает лекционные (с модулем изучения теории аддитивных технологий), лабораторные (с модулем ознакомления с технологиями и оборудованием быстрого прототипирования и тиражирования, изучения работы 3D-сканера и 3D-принтера; принципа работы смесительно-заливочной установки и принципа работы вакуумно-литьевой машины марки HVC-1) и практические (с модулем 3D проектирования, 3D моделирования и 3D печати инновационных продуктов) занятия. Для ее методического обеспечения были разработаны и изданы учебник «Прикладная механика» и пособие «Интегрированный лабораторный практикум по прикладной механике» [13].

Как было отмечено выше, целью обучения этой УИД является повышение эффективности формирования у студентов КИИД, а инструментом для ее достижения должна стать методическая система подготовки студентов к ИИД. На рис. 2 представлена педагогическая модель этой системы, как начальный этап ее разработки и реализации, традиционно включающей целевой, концептуальный, содержательный, технологический и рефлексивно-оценочный компоненты. Рассмотрим содержание каждого компонента. *Целевой компонент* включает в себя цель (формирование КИИД на основе вовлечения студентов во все этапы полного инновационного цикла при обучении УИД ПМ) и задачи (формирование у студентов мотивации к овладению ИИД при обучении УИД ПМ; конкретизация компонентов КИИД, формируемых при обучении УИД ПМ; обоснование методов эффективного формирования КИИД; разработка методической системы формирования КИИД, при обучении УИД ПМ (теоретические положения, педагогическая модель, методика); реализация методической системы формирования КИИД, при обучении УИД ПМ; экспериментальное подтверждение эффективности методической системы).

Рис. 2. Педагогическая модель методической системы

Концептуальный компонент определяет общую концепцию исследования (в условиях отсутствия в учебных планах дисциплин, направленных на подготовку к ИИД, необходимо существующие дисциплины плана проектировать интегрированными с различными видами интеграции). *Содержательный компонент* отражает все представленные в таблице виды интеграции: 1) внутридисциплинарную; 2) междисциплинарную интеграцию (одного цикла дисциплин, дисциплин разных циклов, дисциплин разных направлений подготовки, интеграции содержания дисциплин с содержанием различных видов деятельности, интеграции содержания дисциплин с содержанием различных высокотехнологичных отраслей производства); 3) многоуровневую интеграцию (интеграция уровней образования); 4) комбинированную интеграцию (интеграция различных уровней, этапов, методов и технологий образования и обучения). *Процессуально-технологический компонент,* включающий методы, формы и средства обучения (рис. 2), служит средством достижения поставленной цели. Как показано на рис. 2, обучение ПМ организовано в рамках реализации спроектированных авторами деловых игр («Конструкторское и конструкторско-технологическое бюро», «Фирма» и др.) [13], одновременно являющихся и рефлексивно-диагностическим средством. *Диагностический компонент* модели методической системы предполагает регулярный мониторинг, диагностику и самодиагностику формирования КИИД, через систему заданий, тестирований, реализацию деловых игр и других контрольно-измерительных и диагностических материалов. Представленная модель была внедрена в учебный процесс вышеуказанного вуза и направления подготовки. За счет реализованной в ней возможности вовлечения студентов во все основные этапы инновационного цикла (постановка задачи – синтез технического решения – получение инновационного продукта – 3D-печать изделия) обеспечивается их эффективная подготовка к ИИД, что подтверждается результатами проведенного педагогического эксперимента [13].

Выводы

В результате выполненного исследования были получены следующие научные и практические результаты:

1) на основании анализа имеющихся исследований по рассматриваемой проблеме было конкретизировано определение учебной дисциплины и сформулировано определение «учебная интегрированная дисциплина»;

2) на основании использования морфологического метода была составлена классификация всех возможных видов интеграции дисциплин и видов деятельности этапов обучения и уровней образования;

3) была спроектирована УИД «Прикладная механика» учебного плана направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», включающая лекционные, практические, лабораторные и другие формы занятий с блоками обучения ИИД;

4) разработана и внедрена в учебный процесс педагогическая модель методической системы подготовки студентов к ИИД при обучении интегрированным дисциплинам, традиционно включающая целевой, концептуальный, содержательный, технологический и рефлексивно-оценочный компоненты, обеспечивающая повышение эффективности такой подготовки.

Работа выполнена при поддержке проекта № 18-013-00342 Российского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

1. Наумкин Н.И., Шекшаева Н.Н. Методологическое обеспечение исследований по проблеме подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/article/view?id=29159 (дата обращения: 20.09.2019).

2. Логинова Н.А. Информационно-предметное обеспечение учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2016. 124 с.

3. Новгородцева И.В. Педагогика с методикой преподавания специальных дисциплин: учебное пособие. М.: ФЛИНТА, 2011. 378 с.

4. Подласый И.П. Педагогика: учебник. М.: Высшее образование, 2006. 540 с.

5. Ахметова Д.З., Габдулхаков В.Ф. Теория обучения: учебно-практическое пособие. Казань: Изд-во «Таглимат» Института экономики, управления и права, 2004. 204 с.

6. Рапацевич Е.С. Золотая книга педагога; под общ. ред. А.П. Астахова. Минск: Современная школа, 2010. 720 с.

7. Романцов М.Г., Сологуб Т.В. Педагогические технологии в медицине: учеб. пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 112 с.

8. Nikolay I.N., Shabanov G.I., Shekshaeva N.N., Kupryashkin V.F., Grocheva E.P. Practical training in innovative engineering activity. Indian Journal of Science and Technology. 2015. Vol. 8(S10). [Electronic resource]. URL: http://www.indjst.org/index.php/indjst/issue/archive (date of access: 20.09.2019).

9. Курбонова Г.Н. Интеграция и взаимодействие учебных дисциплин в структуре компетентностной модели профессиональной подготовки педагога-музыканта // Педагогика искусства. 2013. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://www.art-education.ru/AE-magazine (дата обращения: 20.09.2019).

10. Абакумова Л.В., Климова Е.А. Интеграция учебных дисциплин как способ формирования компетенций студентов на уроках специальных дисциплин и производственного обучения. [Электронный ресурс]. URL: https://urok.1sept.ru/ (дата обращения: 20.09.2019).

11. Кондратьева Г.А. Особенности проектирования содержания встраиваемого гибкого учебного модуля практической подготовки студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского 2018. № 3 (69). С. 139–146.

12. Грошева Е.П., Наумкин Н.И., Шекшаева Н.Н. Образованный компетентный в инновационной деятельности выпускник как главный инновационный продукт вуза // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/article/view?id=26499 (дата обращения: 20.09.2019).

13. Наумкин Н.И., Ломаткин А.Н. Педагогические особенности проектирования инновационно-ориентированного интегрированного практикума по прикладной механике // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2017. № 3 (65). С. 166–174. DOI: 10.17277/voprosy.2017.03.pp.166-174.

УДК. 37.013:37.03

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Окладникова Е.А.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Санкт-Петербург, e-mail: okladnikova-ea@yandex.ru

В статье публикуются результаты исследований, проведенных в сельских районах Ленинградской области (2014–2018). Целью полевой работы автора было изучение особенностей, и, прежде всего, педагогических условий историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области (сельских жителей Волосовского, Кингисеппского, Гатчинского, Лужского р-нов). В фокусе исследования был такой важный когнитивный компонент, определяющий объем понятия «педагогические условия», как глубина и объем исторической памяти наших респондентов. Индикатором объема и глубины исторической памяти респондентов стали представления (смыслы), которые они связывали с почитаемыми ландшафтными объектами своей малой родины (культовыми камнями, священными рощами, деревьями, священными источниками, некрополями, храмами и др.) В результате исследования мы разделили всех наших респондентов (N = 179) на три группы: «Знатоков», т.е. людей, способных ответить на наши вопросы, «Импровизаторов» – людей, дававших фантазийные, расплывчатые ответы и «Профанов» – оказавшихся неспособными дать ответы на наши вопросы. Угасание этого интереса свидетельствует о: 1) затянувшемся кризисе политики государства в области народного просвещения; 2) острой необходимости совершенствования: а) педагогических условий для развития исторической памяти сельского населения, формирования позитивных аттитюдов к сакральным ландшафтам Северо-Запада России в целом, как источнику духовной, этнокультурной, социокультурной идентификации населения; 3) упадке в области просветительской (например, когнитивный и воспитательный аспекты музейной педагогики) и научно-исследовательской (включая краеведение, познавательные экскурсии) работы сельских школьных педагогов.

Ключевые слова: педагогические технологии историко-культурной социализации, сельское население, Ленинградская область, почитаемые ландшафтные объекты, краеведение

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF HISTORICAL AND CULTURAL SOCIALISATION OF THE RURAL POPULATION LENINGRAD REGION

Okladnikova E.A.

Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen, Sankt-Petersburg, e-mail: okladnikova-ea@yandex.ru

The article publishes the results of studies conducted in rural areas of the Leningrad Region (2014-2018). The purpose of the author's field work was to study the characteristics, and, above all, the pedagogical conditions of the historical and cultural socialization of rural residents of the Leningrad Region (rural residents of Volosovsky, Kingiseppsky, Gatchinsky, Luga districts). The focus of the study was such an important cognitive component that determines the scope of the concept of «pedagogical conditions» as the depth and volume of the historical memory of our respondents. The indicators (meanings) that they associated with the revered landscape objects of their Little Motherland (cult stones, sacred groves, trees, sacred springs, necropolises, temples, etc.) became an indicator of the volume and depth of the historical memory of the respondents. As a result of the study, we divided all our respondents (N = 179) into three groups of «Connoisseurs», i.e. people capable of answering our questions, «Improvisers» – people who gave fancy, vague answers, and «Profans» – who were unable to give answers to our questions. The fading of this interest is evidenced by: 1) the protracted crisis of state policy in the field of public education; 2) the urgent need to improve: a) pedagogical conditions for the development of the historical memory of the rural population, the formation of positive attitudes towards the sacred landscapes of the North-West of Russia as a whole, as a source of spiritual, ethnocultural, sociocultural identification of the population; 3) the decline in the field of educational (for example, the cognitive and educational aspects of museum pedagogy) and research (including local history, cognitive excursions) of the work of rural school teachers.

Keywords: pedagogical technologies of historical and cultural socialization, rural population, Leningrad region, revered landscape objects, local history

Условия жизни в сельской местности Ленинградской области в последние два десятилетия разительно изменились. Новые информационные технологии, развитие транспортной инфраструктуры, превращение колхозных угодий в дачные и коттеджные посёлки, а градообразующих птицефабрик и свинокомплексов аргрогородов области в промзоны, трансформируют исторический ландшафт. Авторы социокульутрных исследований последних десятилетий заметили, что у сельских детей школьного возраста глобализационно-модернизационные процессы размывают культурные, свойственные ещё в довоенное время крестьянскому населению области. В результате у сельского населения молодого возраста возникают

проблемы с духовно-нравственным воспитанием, педагогические условия которого сложно формировать без опоры на глубину и широту историко-культурного мировоззрения. Наши полевые исследования выявили проблему, которая заключается в том, что не только у молодого поколения, но и у представителей старшего поколения сельского населения Ленинградской области наблюдаются большие лакуны исторической памяти, которые сказываются в отсутствии интереса к древней истории своей малой родины и сложностях в области их этнокультурной самоидентификации. Выявленные особенности историко-культурной социализации сельского населения Ленинградской области сделали актуальным такой фокус изучения особенностей этого вида социализации, как исследование педагогических условий формирования историко-культурной социализации сельского населения Ленинградской области в целом.

Цель исследования заключалась в выявлении особенностей педагогических условий историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области (сельских жителей Волосовского, Кингисеппского, Гатчинского, Лужского р-нов), а именно, процесса формирования жителей села, глубины и объема их исторической памяти.

В настоящей работе мы понимаем педагогические условия как совокупность мер (методов и педагогических приёмов, формирующих: 1) когнитивный (информация об исторических процессах, исторические артефакты), 2) личностный (смыслы, ценности) и 3) поведенческий (деятельность) облик личности учащихся; содержание учебных дидактических единиц, направленных на повышение эффективности педагогической деятельности в области организации учебного процесса и совершенствования личностного взаимодействия учащегося с объектами истории и культуры [1]. В силу того, что объем понятия «педагогические условия» включает когнитивную, личностную и поведенческую компоненты, разработанного современной российской педагогической наукой, весьма ёмкий по смысловому наполнению, в качестве предмета анализа мы выбрали только один аспект этого понятия (рис. 1). Мы сосредоточили исследовательский фокус на таком важном аспекте понятия «педагогические условия» историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области, как его когнитивная составляющая. В качестве когнитивной (информационной, насыщенной знаниями об исторических фактах, событиях, явлениях) составляющей педагогических условий историко-культурной социализации сельского населения Ленинградской области мы выбрали «историческую память», а именно память и систему представлений наших респондентов о маркёрах исторических и социокультурных ландшафтах их малой родины.

Объектом нашего исследования 2014–2108 гг. стали особенности историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области (Волосовского, Кингисеппского, Гатчинского, Лужского р-нов). Изучая эти особенности, мы сосредоточились на выявлении глубины и объема исторической памяти наших респондентов – жителей села. В качестве индикаторов, на основе которых был выстроен исследовательский гайд, мы использовали почитаемые объекты (маркёры древнего сакрального ландшафта) их малой родины: священные рощи, деревья, священные источники, культовые камни, т.е. традиционные финно-угорские святыни, часть которых была адаптирована позднее пришлым славянским населением. В исследовании мы исходили из идеи о том, что историческая память обеспечивает «работу» механизма социокультурной и этнокультурной идентификации сельского населения Ленинградской области.

Педагогические условия формирования историко-культурной социализации сельского населения Ленинградской области менялись в зависимости от социально-экономических и идейно-политических условий, определявших социальную реальность России в разные исторические периоды. Так, педагогические условия историко-культурной социализации школьного образования в советское время были ориентированы на выполнение государственных заказов, соответствующих планам реализации советской экономической политики [2]. Педагогические условия, включая культивирование исторической памяти, в советской школе были обусловлены такими педагогическими принципами, как принцип формирования мировоззрения и принцип творческого саморазвития личности. С 2003 г. и до настоящего времени педагогическая деятельность в России стала рассматриваться как сфера услуг. В результате изменились педагогически принципы и цели. Основной педагогической целью стало создание педагогических условий для обучения «квалифицированного потребителя» [3], «Фурсенко, по сути дела, сформулировал социальный заказ правящего класса школе» [4], а также условий для укоренения в обществе «пищевари-

тельной философии» (Ф.М. Достоевский). Гуманитарная составляющая образования, поддерживаемая формальными педагогическими теориями с установкой на изучение языков, включая древние языки, так же как и воспитание интереса к древней и современной истории, сокращалась.

В течение пяти лет (2014–2019) мы изучали педагогические условия формирования историко-культурной социализации у жителей регионов Нечерноземья (Ленинградской, Вологодской, Новгородской областей). Выяснилось, что большинство ответов наших респондентов – сельских жителей именно Ленинградской области (59%) на вопросы о почитаемых ландшафтных объектах, как правило, являющихся маркёрами сакральных ландшафтов их малой родины, были отрицательными. Иными словами, большинство сельских жителей Ленинградской области, наших современников, ничего не знают о священных рощах, священных деревьях, источниках, культовых камнях и других памятниках старины мест, где проживают. Типичный ответ на наши вопросы: «Не знаю, не хочу знать, мне это неинтересно», – можно было объяснить тем, что даже представители старшего поколения, которые приняли участие в нашем исследовании, являются представителями пришлого населения. Это были люди среднего и молодого возраста. Часть этих людей приехала в Ленинградскую область после войны (начало 1950-х – середина 1960-х гг.) из других областей Нечерноземья или с Украины, из Сибири и Дальнего Востока. История и древняя культура нового места проживания их интересовали мало. Индифферентное отношение к исторической составляющей социокультурного ландшафта их новой малой родины они транслировали и своим детям. И это неудивительно, так как археологам хорошо известен типичный факт пренебрежительного отношения пришлого населения к сакральному ландшафту автохтонного населения. Например, археологи, которые занимались изучением наскального искусства, подробно описывали практику палимпсеста, т.е. нанесения пришлым населением поверх древних рисунков, оставленных автохтонами на каменных поверхностях, новых изображений. Историки повсеместно встречались с фактом забвения старых некрополей, вторичным использованием пергаментов, забвением и перестройкой древних культовых сооружений под нужды пришельцев.

Но это только одна сторона проблемы, высачивающая принцип базовый этнокультурной идентификации: «*свой – чужой*». В процессе работы мы обратили внимание на педагогические условия формирования историко-культурной социализации у школьников, а также игравшие важную роль в культурно-исторической социализации сельского населения Ленинградской области и других возрастов. Обратить внимание на педагогические условия формирования историко-культурной социализации не только сельских школьников Ленинградской области, но и представителей более старших поколений сельских жителей нас заставил ответ респондента (53 года), учившегося ещё в советской школе: «*Я интересуюсь физикой, историей космонавтики... информация по вашему вопросу прошла для меня стороной*». Как же это могло случиться? Судя по всему, дело в том, что в 1950–1960-е гг. советский проект высшей школы был заточен на инженерное образование. Тем не менее интерес к историческому знанию слабо поддерживался в школе, о чем свидетельствует ответ одной нашей респондентки старшего возраста: «*Какие священные рощи я знаю? – Знаю Куликовская битва, так…что ещё? А, ну, да, ещё Наполеон...., Бородинское сражение…*». Почему так случилось? Наши исследования выявили следующий вопрос: для большинства наших респондентов-сельских жителей Ленинградской области информация о маркёрах сакрально ландшафта малой родины прошла стороной в силу личностных особенностей респондентов или потому что историю плохо преподавали в советской школе?

Педагогические условия, включая культивирование исторической памяти, в советской школе были обусловлены такими педагогическими принципами, как принцип формирования мировоззрения и принцип творческого саморазвития личности. В советской школе внимание уделялось принципам педагогического сопровождения учебного процесса, разработанным ещё К.Д. Ушинским. К.Д. Ушинский считал, что нельзя сводить образование к требованиям утилитарной пригодности. Он считал, что прикладные знания не менее важны для людей. К прикладным знаниям он относил историю, включая древнюю историю. К.Д. Ушинский полагал, что школа, как средняя, так и высшая, должна давать учащимся исторические знания. Эти знания нужны ученикам для расширения кругозора, понимания закономерностей исторического процесса развития человечества в целом, и исторического пути развития его малой родины.

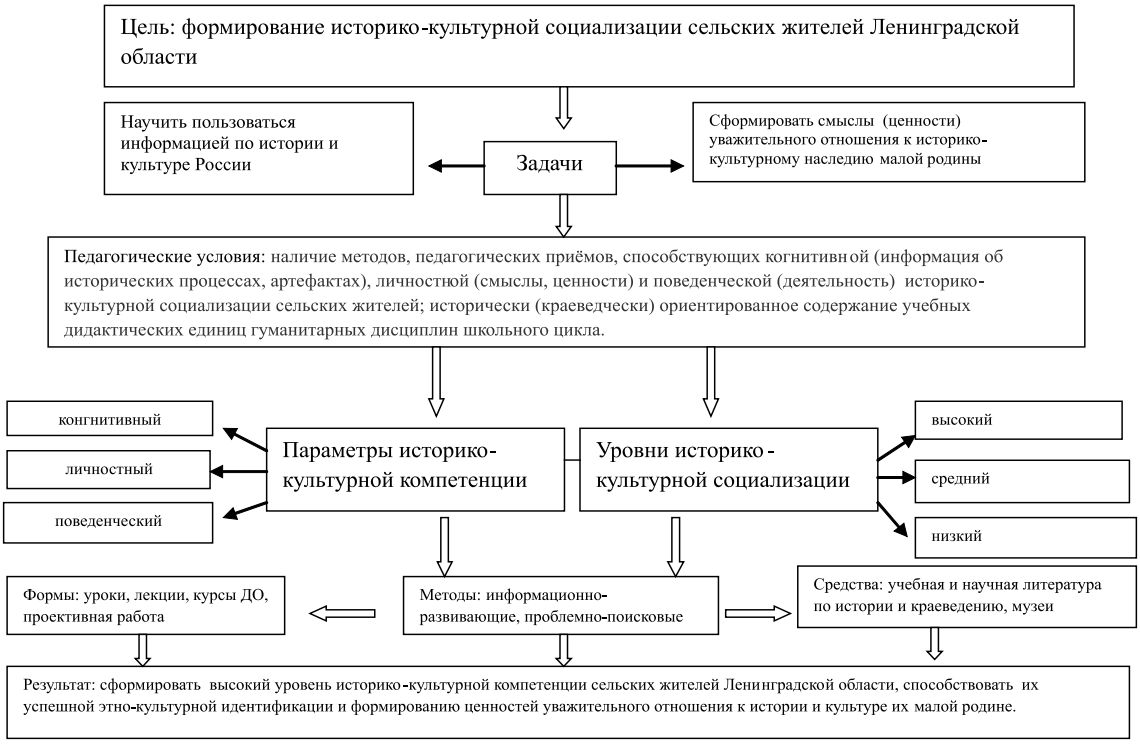


Рис. 1. Модель объема понятия «педагогические условия» историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области

Отрицательную роль в ухудшении процесса историко-культурной социализации современного населения Ленинградской области сыграло сокращение программ гуманитарного образования и, в частности, исторического образования. С 2003 г. и до настоящего времени педагогическая деятельность в России стала рассматриваться как сфера услуг. В результате изменились педагогические принципы и цели. Основной педагогической целью стало создание педагогических условий для обучения «квалифицированного потребителя». Гуманитарная составляющая образования, поддерживаемая формальными педагогическими теориями с установкой на изучение языков, включая древние языки, так же как и воспитание интереса к древней и современной истории, сокращалась. Сегодня, под влиянием изменений государственной идеологии и педагогических условий (утверждением методов и принципов Болонской системы), даже при условии наличия личной склонности учащихся к гуманитарным дисциплинам, объем и глубина его историко-культурной социализации, который проявляется в знании истории его малой родины, остаются низкими. Как социальный феномен, историческая память – это система исторических координат, впитывающая социальный и духовный опыт народов. Она представляет синтез информации, который в общем виде являет высокий уровень интеллектуальной абстракции. Но именно эта информация не позволяет человеку затеряться в глобальном пространстве. Иными словами, педагогические условия (методы трансляции знаний в средней и высшей школах педагогические принципы, цели) в советской и современной школьной педагогике производят разные идеи. Но именно эти идеи создают и обустраивают социальные миры сельских сообществ, в которых живут наши респонденты. Идеями (в гегелевском смысле этого понятия) являются установки сознания. Эти ценностные установки программируют практики социальной ориентации, конструируют ценностно-нормативные системы различных типов и оснований: от традиционалистской до модернисткой и неотрадиционалистской.

Мы полагаем, что именно процесс историко-культурной социализации современного сельского населения Ленинградской, Новгородской, Псковской, Архангельской и Вологодской областей (успешнось/неуспешность которого определяют педагогические условия этого типа социализации) формирует культурный, социальный и духовный ландшафты Северо-Запада России сегодня. В социологических исследованиях

о педагогике воспитания исторической памяти у молодёжи, как правило, затрагиваются вопросы отношения населения к событиям истории России начиная с XVIII в. [5]. Памятники сакрального ландшафта более древнего периода неизвестны нашим респондентам. Сакральный ландшафт территорий, где проживали представители автохтонных этносов, отмечен как природными (водные источники, реки, озера, рощи, деревья), так и рукотворными (архитектурные сооружения) маркёрами. Сегодня такие почитаемые ландшафтные объекты Ленинградской области формируют «внутреннее ядро» её древних сакральных ландшафтов. Мы понимаем сакральный ландшафт как совокупность «мест силы», в которых человек как носитель традиционного мировоззрения, исполненного исторической памятью, встречается со священным. Именно историческая память превращает географический ландшафт в «живую среду», пронизанную смыслами. Эти смыслы не только генерируют историческую память живущих в этих ландшафтах людей, но и обеспечивают процесс их социокультурной идентификации. С середины XX в. население Ленинградской области не было автохтонным, т.е. водь, ижора, вепсы, а позднее ингерманладские финны не представляли его большинство.

Материалы и методы исследования

В 2014–2018 гг. мы проводили полевые исследования особенностей историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области (сельских жителей Волосовского, Кингисеппского, Гатчинского, Лужского р-нов), а именно, глубины и объема их исторической памяти.

В качестве методики исследования нами было выбрано нарративное интервью. Суть работы сводилась к тому, что каждый последующий текст нарратива рассматривался нами в контексте тех кодов, которые были выделены в качестве первичных обобщений в тексте предыдущего интервью. Это удалось сделать потому, что респонденты пытались организовать свои представления о процессе своей информационной институализации, пропуская суть наших вопросов через индивидуальный опыт и свой исторический тезаурус.

В качестве респондентов мы пригласили жителей семи поселений Ленинградской области (N = 179). В исследовании приняли участие респонденты трёх возрастов. Выборка респондентов осуществлялась по методике «доступных случаев» и «снежного кома». В силу использования именно этих методов построения выборки мы пока не можем претендовать на её репрезентативность. Тем не менее, используя такой тип выборки, мы смогли сформулировать базовые факторы, которые оказывают влияние на работу механизма социокультурной идентификации и формирование аттитюдов современного населения Ленинградской области в отношении её сакральных ландшафтов.

Беседы с респондентами велись на основе базового вопросника (гайда), приготовленного нами заранее. Гайд включал 9 тематических блоков. Согласно гайду, уровень информационной институализации в области материального культурного наследия респондентов, живущих в Ленинградской области, мы определяли с помощью анализа их ответов на следующие вопросы: «*Какие священные рощи вам известны? Какие крупные камни, с которыми связаны легенды, рассказы старшего поколения, вы знаете? Известны ли вам места старых деревенских праздников? Связаны ли они с крупными валунами, озерам, рекам, ключами, рощами? Была ли в вашей деревне старая церковь? Часовня? было около неё кладбище? Кто там похоронен? Чем известны вам эти люди? Какие фольклорные материалы (сказки, легенды, мифы, былички), связанные с вашей деревней или соседними деревнями, вам известны*?» (рис. 2).

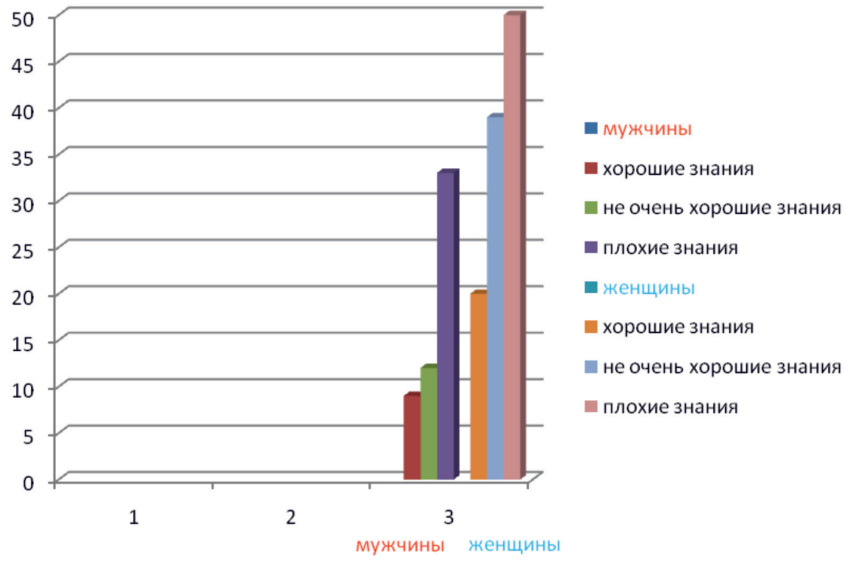


Рис. 2. Уровень историко-культурной социализации респондентов в области знания культурного наследия Ленинградской области как составной части сакрального ландшафта

Представления респондентов-«профанов» о доминантах исторического ландшафта Санкт-Петербурга и Ленинградской области (священные камни, рощи, источники)

	Утверждение	м	ж
	Не знаю ничего... и не интересуюсь этим	28	20
	Почитаемые ландшафтные объекты? Не, не знаю…Это что, я такая тупая на самом деле?		1
	Ничего на ум не приходит		1
	Камни, священные рощи ...А что это такое?		1
	Что это такое? Какой-то сверхумный дурак эти вопросы составлял. Оставьте этот вопрос тому, кто его вам придумал…	1	
	Не знаю, эта мода на всякую эзотерику меня как-то вообще не коснулась		1
	Я интересуюсь физикой, историей космонавтики... информация по вашему вопросу прошла для меня стороной.	1	
	Про священные рощи? Ну, березовые рощи знаю...		1
	Какие священные рощи я знаю? – Знаю Куликовская битва, так…что ещё? А, ну, да, ещё Наполеон...., Бородинское сражение…		1

Важнейшим фактором, который оказывал влияние на тип исторической памяти наших респондентов, были педагогические условия, в которых происходило преподавание гуманитарных дисциплин и собственно истории в советской и современной сельской школе. Индикатором объема и глубины их исторической памяти стали представления (смыслы), которые наши респонденты связывали с почитаемыми ландшафтными объектами своей малой родины (культовыми камнями, священными рощами, деревьями, источниками др.).

Большинство сельских жителей Ленинградской области сегодня ничего не знают о почитаемых рощах, священных деревьях, источниках, культовых камнях и других памятниках старины мест, где проживают. Типичный ответ на наши вопросы: «*Не знаю, не хочу знать, мне это не интересно*» можно было объяснить тем, что даже представители старшего поколения, которые приняли участие в нашем исследовании, являются представителями пришлого населения. Это были люди среднего и молодого возраста. Часть этих людей приехала в Ленинградскую область после войны (начало 1950-х – середина 1960-х гг.) из других областей Нечерноземья или с Украины, из Сибири и Дальнего Востока. История и культура нового места их проживания их интересовали мало. Индифферентное отношение к исторической составляющей социокультурного ландшафта их новой малой родины они транслировали и своим детям.

Результаты исследования и их обсуждение

В итоге методом нарративного интервью [6] мы собрали материалы, которые позволили определить три типа респондентов, в разной степени владевших информацией о маркёрах сакральных ландшафтов Ленинградской области. Проанализировав ответы, мы разделили респондентов на три группы:

1. «Знатоков» – людей, хорошо знающих памятники культурного наследия, формирующие сакральный ландшафт их малой родины и интересующиеся этим наследием. С точки зрения педагогической теории и реализации на практике общей методики формирования знаний, это люди которые владеют «знаниями-убеждениями». Эти респонденты верят в ценность своих знаний об объектах сакрального ландшафта своей малой родины. Эти знания побуждают их к сохранению этих объектов и их популяризации, например, среди знакомых, членов семьи, друзей, коллег, своих учеников.

2. «Импровизаторов» – людей, слабо знающих памятники, в ответах полагавшихся на свои ассоциативные представления из других областей истории. Это люди, которые владеют «знаниями-репродукциями», т.е. часто путаными, механическими представлениями об отдельных элементах сакрального ландшафта своей малой родины.

3. «Профанов» – людей, вообще не имеющих представления о почитаемых ландшафтных объектах. Эта группа респондентов с позиций педагогической теории и связанной с ней методики формирования знаний в редких случаях обладают даже «знаниями узнавания», т.е. информацией о сакральном ландшафте их малой родины, которую при подсказке иногда могут смутно вспомнить [7].

Женщин среди «Знатоков» в два раза больше, чем мужчин. Значительный количественный разрыв в группе «Импровизаторов», также наблюдается в пользу женщин.

Наиболее известными нашим респондентам из числа «Знатоков» оказались следующие почитаемые ландшафтные объекты: «Бесов камень» (пос. Сельцо), «Гром-камень» (Санкт-Петербург), «Конь-камень» (о. Коневец), камень-следовик у пос. Ошесенское (под Каргополем) и «Каменная голова» под Петергофом. «Профаны» отвечали, что никогда с культовыми объектами (камнями, священными рощами, священными источниками) не встречались, ничего о них не слышали, да и никакого ин-

тереса к такому типу маркёров сакральных ландшафтов Ленинградской области и Петербургской агломерации не проявляли. Большинство респондентов, как мужчин, так и женщин, оказались в группе «Профанов» (59%), количество «Импровизаторов» – 29%, а «Знатоков» – 12% (таблица). Преобладание людей, которые не интересуются историей своей малой родины в нашем обществе, настораживает.

Выводы

1. В ходе наших полевых наблюдений в Ленинградской области мы выявили низкий уровень историко-культурной социализации у современного сельского населения Ленинградской области. Мы полагаем, что на эту плачевную ситуацию оказал влияние невысокий когнитивный компонент педагогических условий формирования историко-культурной социализации наших респондентов, как старшего, так и, особенно, молодого возраста. Индикаторами объема и глубины их исторической памяти в нашем исследовании стали представления (смыслы, например, связанные с идеей укорененности в конкретном историко-культурном пространстве), которые наши респонденты ассоциировали с почитаемыми ландшафтными объектами своей малой родины (культовыми камнями, священными рощами, деревьями, священными источниками др.). У большинства респондентов, которых мы отнесли к группе «Профанов», особенно молодого возраста, эти смыслы практически отсутствовали. Отсутствовали они на фоне нулевой информации (т.е. когнитивного компонента педагогических условий) о почитаемых (как материальных, так и нематериальных) объектах историко-культурного и древнего сакрального ландшафта их малой родины – сельской местности Ленинградской области.

2. Выявленное в ходе исследования преобладание среди наших респондентов «Профанов» грозит негативными последствиями для развития страны в целом. Не секрет, что такой важный когнитивный компонент педагогических условий формирования историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области как историческая память является идентификационным инструментом. Этот когнитивный компонент педагогических условий тесно связан с личностным и поведенческим компонентами объема понятия «педагогические условия». Мы полагаем, что именно совокупность этих компонентов в педагогических условиях формировании историко-культурной социализации сельского населения Ленинградской области отрывает возможность идентификации респондентов как жителей России, одновременно связывая их с историей их малой родиной.

3. Даже наличие среди респондентов групп «Знатоков» и «Импровизаторов» с их часто неразвёрнутыми, расплывчатыми и фантазийными ответами, почерпнутыми из художественных произведений, кинофильмов, а не научной литературы или учебников по истории России, не свидетельствует о том, что в нашем обществе последние десятилетия шёл усиленный процесс формирования исторической памяти. При этом необходимо указать, что компонентом воспитания исторической памяти является совокупность таких качеств менталитета наших респондентов, как мировоззрение, картина мира и осознанность происходящего (понимание законов, закономерностей и трендов истории России в контексте мировой истории).

4. Наши исследования доказали правильность воззрений философов на связь между исторической памятью и социальным опытом людей, формирующимся под воздействием окружающей социально-культурной среды. В качестве рекомендаций по изменению плачевной ситуации, в которой сегодня находится процесс историко-культурной социализации сельского населения Ленинградской области, а также педагогических условий формирования историко-культурной социализации сельских жителей Ленинградской области, мы предлагаем учителям сельских школ гуманитарного профиля обратить пристальное внимание на разработки современных педагогических теорий, а именно: теорий целостного подхода в образовании, музейной педагогики и на положения гуманистической педагогики в целом.

Список литературы

1. Репета Л.М. Педагогические условия формирования информационно-исследовательской компетенции // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=8583 (дата обращения: 27.08.2019).

2. Кузьминов Я.И., Семенов Д.С., Фрумин И.Д. Структура вузовской сети: от советского к российскому «мастерплану» // Вопросы образования. 2013. № 4. С. 8–63. DOI: 10.17323/1814-9545-2013-4-8-69.

3. Малинина В. Задача вырастить квалифицированного потребителя // Арсеньевские вести. 2018. № 34 (1379). [Электронный ресурс]. URL: https://www.arsvest.ru/rubr/3/47554 (дата обращения: 27.08.2019).

4. Морар В. Странное название одной умной книги // Социальный Калининград. 2014. № 8 (167). С. 4.

5. Бойков В.Э. Историческая память российского населения: состояние и проблемы формирования // Социологи власти. 2011. № 5. С. 44–52.

6. Арапова П.И. Нарративное интервью как метод исследования внешкольной повседневности советских школьников // Сибирский педагогический журнал. 2018. № 5. С. 29–38.

7. Концептуальные основы педагогической деятельности. [Электронный ресурс]. URL: https://bookitut.ru/Shpargalka-po-obshhim-osnovam-pedagogiki-1.25.html (дата обращения: 27.08.2019).

УДК 378.147.88

ЗАТРУДНЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ПЕРИОД ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ КАК ПРОБЛЕМЫ В ОВЛАДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

Олесова А.П.

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск, e-mail: olesovaantonina@mail.ru

В статье представлены результаты исследования затруднений студентов в период прохождения практики в школе. На основе данных анкетирования, наблюдений, изучения отчетной документации по практике характеризуются выявленные затруднения студентов в педагогическом общении на уроке и в методической работе, прослеживается степень устойчивости этих затруднений. Результаты исследования свидетельствуют о проблемах в овладении студентами профессиональными компетенциями и позволяют автору наметить пути оптимизации профессионально-педагогической подготовки: 1) профилактика затруднений с использованием специальных методик психолого-педагогической диагностики мотивации учения, профессиональных личностных установок, профессионально значимых качеств и личностно ориентированный подход к формированию профессиональных компетенций (индивидуальные образовательные траектории, индивидуальные образовательные маршруты); 2) интегративный подход к теоретической и практической профессионально-педагогической подготовке для развития способности применять знания в условиях реального образовательного процесса; 3) мониторинг профессиональных знаний и умений для выработки стратегии коррекционной работы; 4) включение в образовательную программу специальных курсов или факультативов, посвященных специфике педагогической деятельности в условиях работы с разным контингентом учащихся; 5) усиление коммуникативной направленности процесса овладения будущими учителями профессиональными компетенциями, предполагающей использование методов, активизирующих коммуникативную деятельность и развивающих профессионально-коммуникативную компетенцию; 6) применение имитационных технологий обучения, моделирующих проблемные педагогические ситуации, связанные с мотивацией и стимулированием учебной деятельности школьников, поддержанием дисциплины и способы действий в подобных случаях; 7) специальная работа по развитию профессиональных умений в области научной организации педагогического труда.

Ключевые слова: профессиональная компетенция педагога, педагогическая практика, педагогическое общение, затруднения

DIFFICULTIES OF STUDENTS DURING PEDAGOGICAL PRACTICE AS PROBLEMS IN OWNERSHIP OF PROFESSIONAL COMPETENCIES

Olesova A.P.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: olesovaantonina@mail.ru

The article presents the results of a study of students' difficulties during the internship at school. Based on the questionnaire data, observations, study of reporting documentation in practice, the identified difficulties of students in pedagogical communication in the lesson and in methodical work are characterized, the degree of stability of these difficulties is traced. The results of the study indicate problems in students mastering professional competencies and allow the author to outline ways to optimize professional and pedagogical training: 1) prevention of difficulties using special methods of psychological and pedagogical diagnosis of learning motivation, professional personality attitudes, professionally significant qualities and a personality-oriented approach to the formation of professional competencies (individual educational trajectories, individual educational routes); 2) integrative approach to theoretical and practical vocational and pedagogical training for the development of the ability to apply knowledge in a real educational process; 3) monitoring of professional knowledge and skills to develop a correctional work strategy; 4) inclusion in the curriculum of special courses or electives dedicated to the specifics of pedagogical activity in the conditions of work with different students; 5) strengthening the communicative orientation of the process of mastering future teachers by professional competencies, involving the use of methods that enhance communicative activity and develop professional and communicative competence; 6) the use of simulation teaching technologies that model problem pedagogical situations related to the motivation and stimulation of learning activities of students, maintaining discipline, and methods of action in such cases; 7) special work on the development of professional skills in the field of scientific organization of pedagogical work.

Keywords: teacher professional competence, teaching practice, pedagogical communication, difficulties

На современном этапе развития общества к профессиональной подготовке педагогов предъявляются повышенные требования, закрепленные в нормативных документах образования. Будущий учитель должен овладеть комплексом компетенций, необходимых для успешной педагогической деятельности по проектированию и реализации образовательного процесса и основных общеобразовательных программ [1]. При этом в овладении профессиональными компетенциями большую роль играет педагогическая практика, являющаяся неотъемлемой частью профессионально-пе-

дагогической подготовки в вузе. Во время практики актуализируются приобретенные студентом профессиональные компетенции, реализуется его творческий потенциал, происходит становление педагогического и методического мастерства. Педагогическая деятельность в условиях реального образовательного процесса, когда проявляются способности решать профессиональные задачи, профессиональные качества личности, позволяет объективно оценить сформированность у будущего учителя профессиональных умений и навыков.

В период прохождения практики, как показывает опыт, студенты неизбежно сталкиваются с различного рода затруднениями, которые могут отразиться в профессиональном становлении как позитивно, стимулируя профессиональное саморазвитие, так и негативно, сдерживая его и вызывая отчуждение от профессии [2]. В связи с этим важным представляется исследование затруднений, которые испытывают студенты при прохождении практики, подготовке и проведении урока, рефлексии педагогической деятельности, педагогического опыта вхождения в профессию. Это позволит выявить проблемные «точки» в профессионально-педагогической подготовке и выработать пути оптимизации процесса формирования профессиональных компетенций.

Значимость практики в системе профессионально-педагогической подготовки и необходимость исследования трудностей, с которыми сталкиваются студенты в этот период, обусловили цель данной работы – изучение затруднений студентов в период прохождения практики в общеобразовательной школе и выявление проблем в овладении ими профессиональными компетенциями. Поставленная цель потребовала решения следующих задач: проанализировать психолого-педагогическую литературу по проблеме профессиональных компетенций учителя, нормативные документы образования с точки зрения требований к профессиональной подготовленности педагога; разработать инструментарий для опроса студентов о затруднениях во время практики; провести опрос и обработать его результаты; определить пути оптимизации профессионально-педагогической подготовки.

Материалы и методы исследования

В соответствии с целью и задачами в ходе исследования использовались: теоретические методы (анализ, сопоставительный анализ, обобщение), эмпирические (наблюдение, анкетирование, изучение отчетной документации студентов по практике) и статистические методы (количественный анализ результатов анкетирования). Для анкетирования студентов был составлен опросник, включающий вопросы, ответы на которые, наряду с конспектами уроков и дневником практики, послужили материалом для изучения затруднений в овладении профессиональными компетенциями будущими учителями.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение и анализ психолого-педагогической литературы показывают, что в настоящее время в исследовании проблем профессиональных компетенций и компетентностей педагога существуют различные методологические подходы и, как следствие, отсутствует единое, общепринятое определение компетенции и компетентности (В.Н. Введенский, А.А. Вербицкий, И.А. Зимняя, Н.В. Кузьмина, А.К. Маркова, Л.М. Митина, Л.А. Петровская, Ю.Г. Татур, Н.А. Трубицына и др.). Тем не менее все исследователи рассматривают компетенцию и компетентность как сложное, многоаспектное и многокомпонентное явление. Так, А.К. Маркова в структуре профессиональной компетентности педагога выделяет четыре модуля (блока), каждый из которых представляет собой сложное образование: гностический компонент – профессиональные знания; деятельностный компонент – педагогические умения; ценностно-смысловой компонент – профессиональные позиции, установки личности; личностный компонент – психологические качества [2].

Специалисты указывают на такие виды педагогической компетентности, как специальная и профессиональная (в области преподаваемой дисциплины), методическая (в области способов формирования знаний, умений обучающихся), социально-психологическая (в области процессов общения), дифференциально-психологическая (в области мотивов, способностей обучающихся), аутопсихологическая (в области достоинств и недостатков собственной деятельности и личности) и др. [3; 4].

Основываясь на мнениях ученых, а также положениях образовательных стандартов высшего образования, в которых компетенции описываются при помощи конструкций «способность…», «готовность…» [5], «способен…» [6], профессионального стандарта педагога [1], в котором установлен обобщенный перечень знаний и умений, необходимых для выполнения педагогических функций, в нашем исследовании под профессиональной компетенцией педагога понимаем способность к продуктивной педагогической деятельности, включающую комплекс профессиональных знаний, умений и навыков, личностных установок и качеств, а под профессиональной компетентностью – «актуальные, деятельностные

проявления» [7] профессиональных компетенций в реальных условиях педагогической деятельности.

Профессиональные компетенции формируются и развиваются у будущих учителей в процессе теоретической и практической подготовки, при этом оценить свою профессиональную компетентность с большей степенью объективности они могут во время практики, осмысливая собственные затруднения в учебно-методической работе.

Проблема затруднений в педагогической деятельности активно исследуется психологами и педагогами (И.В. Абакумова, И.А. Зимняя, В.А. Кан-Калик, Н.В. Кузьмина, А.А. Леонтьев, А.К. Маркова, А.А. Осипова, Л.А. Поварницына, Н.А. Подымов и др.). Затруднения (барьеры) рассматриваются как «субъективное образование, переживание субъектом некоторой сложности, необычности, нестандартности, противоречивости ситуации» [8, с. 400]. В педагогической деятельности они могут быть обусловлены: 1) объективными причинами – не зависящими от учителя объективно сложными педагогическими ситуациями (отсутствие опыта, период адаптации, новый класс, недостаточное учебно-методическое обеспечение и пр.); 2) субъективными причинами – особенностями личности учителя (недостаточный уровень владения профессиональными знаниями и умениями, негативные психологические состояния (неуверенность, тревожность, страх и пр.)).

Исследователи говорят о коммуникативных и ценностно-смысловых затруднениях (барьерах) в педагогической деятельности, имеющих взаимообусловленный характер. Коммуникативные затруднения у педагога возникают при планировании и организации им педагогического взаимодействия и общения, ценностно-смысловые (смысловые) затруднения – при «осмыслении отраженной в знании реальности, когда учитель должен инициировать ученика к познавательно-оценочному отношению к содержанию фрагмента постигаемого учебного содержания» [9, с. 6]. Среди коммуникативных затруднений, типичных для молодых педагогов, отмечают боязнь класса, педагогических ошибок, негативную установку на класс, негативный опыт общения с данным классом или учеником, несовпадение установок учителя и учащихся, отсутствие контакта, сужение функций общения, подражание. Ценностно-смысловые затруднения будущих учителей представляются как просоциальный барьер, ведущий к слабой наполненности смыслами учебного процесса, его формализации, коммуникативный барьер, обусловленный просоциальным барьером и проявляющийся в искажении учебной информации или потере ее изначального смысла, и рефлексивный барьер, вызванный двумя первыми барьерами и связанный с невозможностью присвоения смысла для себя из опыта взаимодействия [9; 10].

Затруднения могут выполнять позитивную функцию, стимулируя и мобилизуя учителя на их преодоление, профессиональное совершенствование, и негативную функцию, оказывая сдерживающее, деструктивное, разрушительное воздействие на профессиональное развитие [2]. В связи с этим важнейшим фактором развития профессиональных компетенций будущих учителей, на наш взгляд, является осознание ими собственных затруднений в период педагогической практики, стремление преодолеть их, изучение этих затруднений, учет их при выстраивании стратегии формирования профессиональных компетенций.

В проведенном нами исследовании затруднений будущих учителей в период практики всего было задействовано 103 студента 3–5 курсов филологического факультета Северо-Восточного федерального университета, обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). На 3 курсе студенты проходят двухнедельную учебную практику и проводят свои первые, пробные, уроки; на 4 курсе педагогическая практика четырехнедельная, и, соответственно, в этот период нагрузка по учебно-воспитательной работе увеличивается, количество уроков больше; на 5 курсе в период прохождения четырехнедельной производственной и затем преддипломной практик предоставляется возможность для организации и проведения уроков по теме выпускной квалификационной работы.

Студентам предлагалась анкета с вопросами о затруднениях в педагогическом общении на уроке и в методической работе. В результате анкетирования установлено, что все практиканты испытывают определенные затруднения в методической работе при проектировании уроков. Наибольшие трудности связаны с выбором методов и приемов обучения, подбором дополнительного дидактического материала и структурированием урока. При этом, если показатели по первой позиции в период трех практик остаются относительно высокими (позиция 1: курс – 39,5%, 4 – 21,9%, 5 – 33,3%), то по двум последним позициям к пятому курсу снижаются (позиция 2: 3 курс – 28,9%, 4 – 25%, 5 – 9,1%; позиция 3: 3 курс – 44,7%, 4 – 6,2%, 5 – 9,1%). Прослеживается также относительная положительная динамика в снижении затруднений при формулировании цели

урока (3 курс – 18,4%, 4 курс – 9,4%, 5 – 12,1%), самоанализе урока (3 курс – 13,2%, 4 курс – 6,2%, 5 – 9,1%).

Большинство студентов 4 курса (65,2%) отмечают сложности в организационных аспектах своей методической работы, нехватку времени на подготовку к уроку, что может быть во многом обусловлено объективными факторами: увеличением трудоемкости практики в этот период, по сравнению с объемом работы в период двухнедельной практики на 3 курсе, и адаптацией в условиях нового интенсивного для студента режима работы. На 5 курсе трудности подобного характера отмечают 15,1% студентов; такая положительная динамика может свидетельствовать о развитии у выпускников самодисциплины, умений организовать свое время. Вместе с тем студенты 5 курса чаще сталкиваются с трудностями, связанными с проверкой ученических тетрадей (3 курс – 2,6%, 4 курс – 21,9%, 5 – 27,3%), оформлением школьной документации (3 курс – 10,5%, 4 – 9,4%, 5 – 18,2%), поскольку эти виды работы осуществляются постоянно и требуют достаточно много времени.

Как показывают результаты анкетирования, при проведении уроков в период практики все студенты 3 курса испытывают определенные затруднения, которые наблюдаются и у большинства студентов 5 курса (78,8%). Часто эти затруднения возникают в начале урока, на организационно-мотивационном этапе, очень важном для дальнейшей плодотворной учебной работы (3 курс – 36,8%, 4 курс – 28,1%, 5 – 21,2%), и при изучении новой темы (3 курс – 39,5%, 4 курс – 46,9%, 5 – 27,3%). Здесь следует отметить, что при изучении новой темы на уроках русского языка большинство студентов 4–5 курсов ориентированы на использование проблемных методов (3 курс – 47,4%, 4 – 84,3%, 5 – 69,6%), что, как известно, требует мобилизации творческих способностей и учащихся, и будущего учителя и может вызывать у них затруднения.

Сравнительно меньше затруднений возникает при организации и проведении на уроке тренировочных упражнений для закрепления учебного материала (3 курс – 10,5%, 4 – 3,1%, 5 – 12,1%), опроса учащихся, контроля выполненной работы (3 курс – 13,2%, 4 курс – 12,5%, 5 – 15,1%), рефлексии (3 курс – 21,05%, 4 – 9,4%, 5 – 15,1%).

Объективными причинами возникающих на уроке затруднений являются, по мнению студентов, следующие педагогические ситуации: 1) недостаточный уровень обученности класса (3 курс – 5,3%, 4 – 6,2%, 5 – 27,3%); 2) наличие у учащихся-билингвов языкового барьера (3 курс – 18,4%, 4 – 34,4%, 5 – 30,3%); 3) низкий уровень мотивации или ее отсутствие у школьников (3 курс – 36,8%, 4 курс – 31,2%, 5 – 42,4%); 4) гиперактивность и неуправляемость отдельных учеников, из-за которых нарушается рабочая атмосфера в классе (3 курс – 44,7%, 4 курс – 34,4%, 5 – 21,2%). В связи с этим уместно заметить, что специалисты говорят о тенденции увеличения количества детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью, задержкой психического развития.

Среди субъективных причин называют свою неуверенность без опоры на конспект урока, наглядность (3 курс – 39,5%,– 28,1%, 5 – 30,3%), внутреннюю напряженность из-за необходимости быстрой ответной реакции на вопросы и действия учеников (3 курс – 23,7%, 4 – 15,6%, 5 – 15,1%). Примечательно, что если эти барьеры трудно преодолеваются, то боязнь класса у студентов постепенно снижается к пятому курсу (3 курс – 28,9%, 4 – 15,6%, 5 – 9,1%), а критичность в самооценке профессиональных знаний повышается (3 курс – 18,4%, 5 – 24,2%).

Выводы

Таким образом, проведенное исследование, в ходе которого выявлены затруднения студентов в период педагогической практики, позволяет констатировать проблемы в овладении профессиональными компетенциями и наметить следующие возможные пути оптимизации профессионально-педагогической подготовки:

– профилактика затруднений с использованием специальных методик психолого-педагогической диагностики мотивации учения студентов, профессиональных личностных установок, профессионально значимых качеств и личностно ориентированный подход к формированию профессиональных компетенций (индивидуальные образовательные траектории, индивидуальные образовательные маршруты);

– интегративный подход к теоретической и практической профессионально-педагогической подготовке для обеспечения целостности системы профессиональных знаний и умений, развития способности применять знания в условиях реального образовательного процесса;

– мониторинг профессиональных знаний и умений в рамках психолого-педагогических дисциплин и специальных дисциплин по преподаваемому предмету для выработки стратегии коррекционной работы;

– включение в образовательную программу специальных курсов или факультативов, посвященных специфике педагогической деятельности в условиях работы с разным

контингентом учащихся (дети с особыми образовательными потребностями, одаренные дети, дети-мигранты и др.);

– усиление коммуникативной направленности процесса овладения будущими учителями профессиональными компетенциями, предполагающей использование методов, активизирующих коммуникативную деятельность и развивающих профессионально-коммуникативную компетенцию;

– применение в курсе психолого-педагогических дисциплин имитационных технологий обучения, моделирующих проблемные педагогические ситуации, связанные с мотивацией и стимулированием учебной деятельности школьников, поддержанием дисциплины и способы действий в подобных случаях;

– специальная работа по развитию профессиональных умений в области научной организации педагогического труда, обеспечивающей эффективность работы учителя при методологически обоснованном, рациональном использовании времени, средств, возможностей всех субъектов образовательного процесса.

Список литературы

1. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18.10.2013 N 544н) (с изм. от 05.08.2016 г.) [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/70535556/#friends (дата обращения: 26.07.2019).

2. Маркова А.К. Психология труда учителя. М.: Просвещение, 1993. 190 с.

3. Гладун Л.А. Теоретическое исследование понятий педагогической и методической компетентности, компетенций // Science Time. 2014. № 11. С. 46–62. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_22672838_99094674.pdf (дата обращения: 30.07.2019).

4. Olesova A.P., Borisova U.S. Formation of professional-communicative competence of the future teachers in the conditions of the Yakut-Russian bilingualism. IEJME-Mathematics Education. 2016. vol. 11(10). P. 3435–3445. URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84998673635&origin=resultslist&sort=plfdt-f&listId=10609163&src=s&imp=t&sid=83744a090e2624a57f6514197f829136&sot=sl&sdt=sl&sl=0&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm= (дата обращения: 30.07.2019).

5. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата) (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 09.02.2016 г. N 91) [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71245782/ (дата обращения: 26.07.2019).

6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 22.02.2018 г. N 125) [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71797864/ (дата обращения: 26.07.2019).

7. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 42 с. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/npo/20120325214132.pdf (дата обращения: 26.07.2019).

8. Зимняя И.А. Педагогическая психология. М.: МПСИ; Воронеж: МОДЭК, 2010. 448 с.

9. Тер-Матиосова Л.С. Педагогические особенности преодоления ценностно-смысловых барьеров будущими педагогами: автореф. дис. … канд. пед. наук. Ростов-на-Дону, 2011. 22 с.

10. Ермаков П.Н., Абакумова И.В., Осипова А.А. Смысловые барьеры в обучении: дидактическое содержание и технологии преодоления. М.: Кредо, 2016. 274 с.

УДК 378:37.01

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ НАУЧНАЯ КАТЕГОРИЯ: ОБЗОР ПОДХОДОВ К ПОНИМАНИЮ СУЩНОСТИ

Сафарова Е.В.

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского», Ярославль, e-mail: eva.safarova.1992@mail.ru

В статье рассматривается понятие «взаимодействие» как междисциплинарная научная категория. Представлены различные подходы к определению взаимодействия. Понятие «взаимодействие» раскрывается с точки зрения анализа различных философских течений и подходов. Представлен обзор подходов к пониманию взаимодействия в контексте истории, осмысления ее содержания и широты происхождения: от античной эпохи, эпохи нового времени и до современности. В статье представлены три уровня анализа: методологический, теоретический и уровень конкретизации категории, определяющий частнонаучные принципы разработки проблемы взаимодействия. Рассматривается теория И.И. Жбанникова о взаимодействии как категории, связанной с изменением состояния объекта. Взаимодействие является основой для перехода к обсуждению другой категории – педагогического взаимодействия, характеризующего сферу общения и совместной деятельности людей. Обозначена современная проблема подготовки педагогов дошкольного образования к регулированию взаимодействия детей со сверстниками. Рассматривается теория В.Е. Кемерова, в которой раскрывается такое понятие, как синергетика. Педагогическое взаимодействие изучается целым рядом дисциплин и связано с динамично изменяющейся социокультурной ситуацией в педагогическом мире. В современном мире актуальны демократизация общественного сознания и утверждение гуманистических принципов в педагогической практике.

Ключевые слова: взаимодействие, педагогическое взаимодействие, научная категория, философские подходы, концепции, принципы, подходы

INTERACTION AS AN INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC CATEGORY: A REVIEW OF APPROACHES TO UNDERSTANDING THE ESSENCE

Safarova E.V.

Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky, Yaroslavl, e-mail: eva.safarova.1992@mail.ru

The article discusses the concept of interaction as an interdisciplinary scientific category. Attention is drawn to different approaches to the definition of interaction. The concept of interaction is revealed from the point of view of analyzing various philosophical trends and approaches. A review of approaches to understanding the interaction in the context of the history of understanding its content and breadth of origin: from the ancient era, the era of modern times and to modern times. The article presents three levels of analysis: methodological, theoretical, and level of category specification, which determines the particular scientific principles for developing the problem of interaction. The theory of I.I. Zhbannikova on the interaction, as the categories associated with changes in the state of objects. Interaction is the basis for the transition to the discussion of another category – pedagogical interaction, which characterizes the sphere of communication and joint activities of people. The current problem of preparing teachers of preschool education to regulate the interaction of children with peers is outlined. The theory of V.E. Kemerovo, which reveals such a thing as synergy. Pedagogical interaction is studied by a number of disciplines and is associated with a changing socio-cultural situation; in the modern world democratization of public consciousness and the adoption of humanistic principles in teaching practice are relevant.

Keywords: interaction, pedagogical interaction, scientific category, philosophical approaches, concepts, principles, approaches

Современное образование базируется на гуманистических установках и индивидуализации педагогического процесса. Создание условий для самореализации и саморазвития личности есть качественно новое понимание и выстраивание взаимоотношений между всеми участниками образовательного процесса. Профессионально грамотное взаимодействие педагога с детьми выступает одним из главных факторов успешности педагогической деятельности. Взаимодействие, как научная категория, лежит в основе многих исследований, поскольку раскрывает и объясняет сущность бытия.

Цель исследования: анализ взаимодействия как междисциплинарной научной категории.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели в нашей работе использовался теоретический метод – системный анализ литературы, с помощью которого в данной работе рассматриваются различные теории и подходы к определению взаимодействия.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного исследования, базовой категорией человеческого бытия является взаимодействие, которое мож-

но рассмотреть на трех различных уровнях. Во-первых, научные принципы разработки проблемы определяются на уровне конкретизации. Во-вторых, раскрытие общих и существенных линий объективной действительности обозначено на фундаментальной ступени, основанной на принципах науки, познания категории взаимодействия. В-третьих, теоретический уровень заключается в выявлении существенных особенностей и дифференциация объективной действительности.

Анализируя исторические данные в изучении взаимодействия как научной категории, можно сделать вывод, что ученые подошли к пониманию взаимодействия как основополагающего свойства материи и источника движения. Взаимодействие, как явление и философская теория, стало изучаться в эпоху нового времени.

Взаимосвязь окружающего мира – идея, которая интересовала ученых в Древней Греции. Взаимодействие бесконечного числа атомов – вот объяснение происхождению различных явлений. Согласно теории А. Демокрита во вселенной сохраняется общее количество движения, которое перераспределяется между объектами при их взаимодействии. Платон в своих работах рассматривал взаимодействие через «систему воздействий и восприятий», выявлял своеобразную структуру процессов взаимодействия, которая заключалась в чередовании, для любого объекта живой и неживой материи, страдания (воздействие на объект) и действия (воздействие происходит от самого объекта) [1].

П. Гольбах представил в своей работе взаимодействие, как универсальное свойство материи. По его мнению, материя – это все то, что воздействует, а движение дает способ жизни материи. В работах можно отметить тот факт, что П. Гольбах отрицал существование случайности, объясняя это тем, что движение – это и есть не что иное, как перемещение в пространстве [2].

Наибольший интерес у нас вызвала работа И. Канта – «Критика чистого разума», согласно которой вещи не только воздействуют, но и способствуют внутренней активности, которая, в свою очередь, дает знанию организованный, оформленный характер. Кроме того, И. Кант разработал космогоническую гипотезу об образовании планетной системы из огромного облака диффузного вещества, выделил впервые взаимодействие как самостоятельную философскую категорию. Это позволило выявить признаки, на основе которых в различных системах осуществляется взаимодействие. Он определял общение через взаимодействие между действующим и подвергающимся воздействию. И. Кант выводит «закон взаимодействия»: «Все субстанции, поскольку они могут быть восприняты в пространстве как одновременно существующие, находятся в полном взаимодействии» [3].

Г.В.Ф. Гегель рассматривает систему категорий, начиная от общих и заканчивая конкретными понятиями. Действительность и существование раскрывается через взаимодействие. Он не сводит взаимодействие к циклу повторений и такое взаимодействие называет бесконечностью.

В начале XX в. подходы к изучению взаимодействия как категории и явления, разделились на философские и социологические основания в научной сфере. Важнейшие формы бытия рассматривались сторонниками релятивистской концепции не как самостоятельные сущности, существующие наряду с материей и независимо от нее, а как система отношений, образуемых взаимодействующими материальными объектами. То, что не входило в эту систему, считалось недействительным. В начале XX в. была основана теория относительности, которая подтверждала правильность релятивистской концепции, в которой отражалась зависимость пространственно-временных отношений от характера движения и взаимодействия материальных систем [4]. Теория относительности не смогла положить конец дискуссиям о взаимодействии. Мы выяснили, что в литературе выделяется целое направление – русский космизм, в котором отражаются идеи единства человека и космоса, что в дальнейшем ознаменовало начало взаимоотношений природы и общества, что затем породило формирование современного экологического сознания.

Следует обратить внимание на различные подходы к определению взаимодействия в этот исторический период.

В теории И.И. Жбанковой взаимодействие раскрывается как центральный принцип философии. Взаимодействие – явление методологической категории, изменения которой могут носить как объективный, так и субъективный характер. Исходя из анализа литературы, можно сделать вывод, что взаимодействие есть процесс, взаимообусловленный происходящий между двумя системами, который может приводить к достижению цели общей и частной, получению результата субъектом или субъектами.

В.Е. Кемеров считает, что для современной науки характерны преобразования системы «жестких взаимодействий» между людьми в систему отношений, где само-

стоятельные субъекты связывают и уравновешивают различные интересы через общие нормы и ценности. Для того чтобы создать предпосылки для решения данной задачи, науке необходимо преодолеть стереотипы индустриализации, переосмыслить свои деятельные и организационные нормы. Процессу преодоления стереотипов способствует динамично разрабатываемый синергетический подход, который связан с проблемой взаимодействия. Синергетика изучает «связи между элементами структуры (подсистемами), которые образуются в открытых системах благодаря интенсивному обмену веществ и энергии с окружающей средой в неравновесных условиях. В таких системах наблюдается согласованное поведение подсистем, в результате чего возрастает степень ее упорядоченности» [5].

Главная задача, которую ставит междисциплинарное направление научных исследований – это познание принципов самоорганизации различных систем. Согласно законам диалектики, все процессы, происходящие в окружающем мире, можно разделить на два типа систем:

– замкнутые, которые устремляются к сбалансированию в замкнутых системах;

– открытые, направленные на переработку неустойчивости в системах.

Процессы и состояния систем всегда меняют друг друга во времени и пространстве. Традиционная наука обращает особое внимание на замкнутые системы, делая акцент на устойчивость, порядок, равновесность, однородность. Синергетика исследует диссипативные структуры – открытые, главной характеристикой которых является неупорядоченность, неравновесность, неустойчивость, нелинейные отношения [6].

Таким образом, взаимодействие не только дает основание для разнообразных подходов в познании картины мира, но и стало объектом анализа различных научных областей, в первую очередь философских течений [7, 8].

В отечественной и зарубежной литературе проблема взаимодействия представлена как общенаучная категория, при этом следует выделить специализированную сферу общения людей – педагогическое взаимодействие, которой присуща передача знаний и общественного опыта [9, 10]. Педагогическое взаимодействие изучается целым рядом дисциплин, поскольку его суть и результаты связаны с постоянно меняющейся социокультурной ситуацией: демократизацией общественного сознания, утверждении гуманистических принципов в формировании человека начиная с самых первых лет его жизни. Являясь одной из базовых категорий человеческого познания, педагогическое взаимодействие рассматривается в работах Г.В.Ф. Гегеля, И.Т. Фролова, Л.Г. Чусовитина и др. Педагогическое взаимодействие так же изучается и отечественными учеными, такими как Г.М. Андреева, А.В. Мудрик. Наиболее ярко педагогическое взаимодействие представлено в работах В.К. Дьяченко, И.А. Зимней, И.П. Иванова, В.А. Кан-Калика, Л.Я. Коломинского, В.И. Кудашева, Н.И. Новиковой, А.В. Петровского, Г.А. Цукерман.

В заключение можно сделать вывод о том, что в связи с утверждением в педагогике гуманистических позиций, термин «взаимодействие» стал достаточно широко обсуждаться. Проанализировав литературу по данной проблематике, мы выделили следующие три основных направления исследований:

– изучение прямого взаимодействия между педагогом и воспитанниками;

– специфика взаимодействия детей в совместной продуктивной деятельности;

– особенность педагогического регулирования совместной деятельности ребенка со сверстниками.

Идея гуманизации в педагогической работе со студентами стала для нас центральной, так как в процессе работы мы выделили для себя несколько наиболее значимых направлений. Анализируя систему педагогического образования, мы пришли к выводу, что она нацелена на студента, который должен усвоить широкий диапазон знаний. Такая система педагогического образования закономерно привела к тому, что студент не раскрывается как личность, не может показать свои индивидуальные особенности и возможности, а формально пытается перенести знания в практику. Не принимая индивидуальность студента, не ориентируясь на личность со всеми ее особенностями, мы не можем требовать других установок у будущего педагога. Особенно актуальна это проблема при подготовке студентов для работы с детьми в дошкольных учреждениях.

В рамках нашего исследования, под взаимодействием мы понимаем целенаправленный процесс между участниками образовательного процесса, результатом которого является развитие социально-психологических свойств личности. Определены в наших работах и типы педагогического регулирования детей дошкольного возраста со сверстниками. Первый тип, который мы выделяем на начальных этапах овладения взаимодействием – обучающий. Второй тип проявляется, когда опыт взаимодействия

у участников образовательного процесса есть, но результат не может быть достигнут по определенным причинам – корректирующий тип. Третий тип, проявление наивысшего качества взаимодействия, проявляется в случае овладения детьми способов осознания цели, регулирования взаимных манипуляций, компетентного восприятия общей результативности – направляющий.

На основе изученной проблемы нами был разработан курс по выбору для студентов высших учебных заведений: «Подготовка студентов к педагогическому регулированию совместной изобразительной деятельности детей дошкольного возраста в условиях непрерывного профессионального образования». Основой для курса послужил анализ нормативной базы и стандартов образования. Кроме того, мы сгруппировали результаты анкетирования студентов, задания выполняемые в процессе педагогических практик. Так же были выявлены компетенции и поставлены задачи по формированию навыков, умений и знаний, связанных с организацией педагогического взаимодействия. Профессия педагога особенная, она является как управляющей, так и преобразующей.

Целью курса «Подготовка студентов к педагогическому регулированию совместной изобразительной деятельности детей дошкольного возраста в условиях непрерывного профессионального образования», является формирование у студентов готовности к регулированию совместной изобразительной деятельности детей со сверстниками. Вопросы, раскрывающие непрерывность обучения, позволяют студентам осознать важность овладения всеми профессиональными компетенциями, что позволяет быть более востребованными в своей профессиональной деятельности.

Данный курс позволяет отследить процесс становления педагога как профессионала в своей профессиональной деятельности. Грамотно выстроенное педагогическое регулирование позволяет решить несколько проблем, связанных со взаимодействием детей со сверстниками. Первое – устранение причин, которые мешают благополучному социальному развитию личности. Второе – побуждение прогрессированию желаний ребенка взаимодействовать с людьми, а также регулировать свои действия. Педагогическое регулирование – это искусство, которым должен обладать высококомпетентный педагог, оно не предполагает жесткой манипуляции и контроля, а помогает решить проблему взаимодействуя с ребенком, применяя творческий потенциал. Особое внимание уделяется мониторингу и диагностике студента на первых этапах изучения дисциплины с целью определения уровня знаний, умений и навыков, стиля педагогического регулирования взаимодействием. Для организации педагогического взаимодействия детей со сверстниками педагогу необходимо решать большой спектр профессиональных задач. Во-первых, организация взаимодействия со всеми участниками образовательно процесса, а именно организация сотрудничества между детьми в различных видах деятельности. Во-вторых, развитие творческих способностей детей. В-третьих, моделирование индивидуальных маршрутов и коррекция взаимодействия между детьми.

Механизм формирования педагогических компетенций в процессе изучения курса «Подготовка студентов к педагогическому регулированию совместной изобразительной деятельности детей дошкольного возраста в условиях непрерывного профессионального образования»

На схеме (рисунок) представлен механизм формирования педагогических компетенций в процессе изучения курса «Подготовка студентов к педагогическому регулированию совместной изобразительной деятельности детей дошкольного возраста в условиях непрерывного профессионального образования».

Нами были выделены четыре уровня готовности студента к педагогическому регулированию взаимодействия детей со сверстниками:

– когнитивный, предполагает наличие системы знаний у студентов о специфике педагогического регулирования совместной изобразительной деятельностью детей, учета личностных особенностей детей;

– профессионально-целевой, предусматривает наличие у студентов направленности на педагогическое регулирование совместной изобразительной деятельностью детей;

– практический, включающий владение методикой воспитательной работы, умение организации совместной изобразительной деятельности детей;

– личностный, направленный на гуманизацию педагогического процесса, развитие творческих способностей студента.

В ходе анализа анкет студентов обратили внимание на то, что мотивационно-целевой уровень не востребован. Для изменения данной ситуации был реализован данный курс, который помогает овладеть студентам методами и приемами работы педагогического регулирования взаимодействия детей дошкольного возраста в совместной изобразительной деятельности. Позволяет им мобилизовать знания, умения и навыки. Профессиональные характеристики педагога, определяющие индивидуальный стиль педагогического взаимодействия с детьми дошкольного возраста, являются ключевыми наряду с основными параметрами взаимодействия детей.

Список литературы

1. Алексеев П.В., Панин А.В. Философия. 3-е изд., перераб. и доп. М., 2010. 608 с.

2. Казантаева В.В. От педагогического воздействия к взаимодействию // Школа. 2003. № 1. С. 69–72.

3. Коротаева Е.В. Теория и практика педагогических взаимодействий в современной структуре образования: коллектив. моногр. Центр развития науч. сотрудничества; Новосибирск: ЦРНС, 2010. 172 с.

4. Андреев В.И. Педагогика творческого саморазвития: в 2 к. К. 1. 3-е изд. Казань: Центр инновационных технологий, 2012. 567 с.

5. Еникеев М.И. Психологический энциклопедический словарь. М.: Проспект, 2010. 560 с.

6. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 157 с.

7. Белкина В.Н. Детская психология. Взаимодействие со сверстниками: учебное пособие для среднего профессионального образования. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 170 с. [Электронный ресурс]. URL: https://biblio-online.ru/bcode/428952 (дата обращения: 03.07.2019).

8. Белкина В.Н., Сафарова Е.В. Проблема подготовки студентов к педагогическому регулированию взаимодействия детей дошкольного возраста со сверстниками // Формирование профессиональной компетентности педагога дошкольного профиля в условиях непрерывного образования: материалы международной научно-практической заочной конференции. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2016. 266 с.

9. Белкина В.Н. Формирование профессиональной компетентности студентов в условиях непрерывного педагогического образования: монография / Под. ред. В.Н. Белкиной. Ярославль: ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2014. 208 с.

10. Сафарова Е.В. Виды педагогического регулирования совместной изобразительной деятельности детей дошкольного возраста. Стр. 341–347 // Дошкольное и начальное образование: современные методические подходы: материалы международной конференции «Чтение Ушинского» педагогического факультета ЯГПУ. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2016. 471 с.

УДК 37.031.1

ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР НА КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И УСПЕВАЕМОСТЬ УЧАЩИХСЯ

Таров Д.А., Тарова И.Н.

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, e-mail: tarov1970@rambler.ru

Статья посвящена анализу влияния компьютерных игр на критическое мышление и успеваемость учащихся, поскольку противоречивость результатов различных исследований столь важной проблемы побуждает активизироваться в этом направлении. Авторами выбран сравнительный и описательный характер исследования, опирающийся на статистический анализ результатов. Выборка включает 270 учащихся, обучающихся в 18 из 39 учебных групп Центра СПО ЕГУ им. И.А. Бунина, отобранных случайным образом. Были сформулированы гипотезы о том, что компьютерные игры не оказывают существенного влияния на критическое мышление учащихся, но при этом существенно влияют на их успеваемость, причем различие в типах компьютерных игр, в которые играют учащиеся, не оказывает существенного влияние на успеваемость. В качестве инструмента исследования авторами на основе опросника, предложенного Д. Риккетсом, была разработана анкета, вопросы которой касались количества и качества компьютерных игр, используемых учащимися, о продолжительности (в часах в неделю) и видах любимых игр. Кроме того, анкеты, заполненные учащимися, были дополнены данными об их успеваемости, выбранными как средний балл в журналах успеваемости. При обработке анкет применялись как описательная, так и логическая статистика. На уровне описательной статистики частота, среднее и стандартное отклонения не указывались, на уровне логической статистики использовался t-критерий Стьюдента. Результаты исследования позволили авторам утверждать, что компьютерные игры благотворно влияют на успеваемость учащихся Центра СПО ЕГУ им. И.А. Бунина, но не оказывают существенного влияния на развитие их критического мышления, при этом тип компьютерной игры значения не имеет. В заключение высказывается предположение о том, что некоторые игры все же оказывали влияние на рост критического мышления, поскольку ставили учащиеся в неоднозначные условия, что могло привести к улучшению когнитивных навыков.

Ключевые слова: компьютерные игры, критическое мышление учащихся, успеваемость учащихся

INFLUENCE OF COMPUTER GAMES ON CRITICAL THINKING AND EDUCATIONAL ACHIEVEMENT OF STUDENTS

Tarov D.A., Tarova I.N.

Bunin Yelets State University, Yelets, e-mail: tarov1970@rambler.ru

The article is devoted to the analysis of the influence of computer games on critical thinking and student performance, since the inconsistency of the results of various studies of such an important problem leads to an increase in this direction. The authors selected a comparative and descriptive nature of the study, based on a statistical analysis of the results. The sample includes 270 students enrolled in 18 of the 39 training groups of the Center of SPE of the YelSU, selected at random. Hypotheses were formulated that computer games do not have a significant impact on students' critical thinking, but they significantly affect student performance, and the difference in the types of computer games that students play does not have a significant impact on school performance. As a research tool, the authors developed a questionnaire based on the questionnaire proposed by D. Ricketts, whose questions concerned the quantity and quality of computer games used by students, the duration (in hours per week) and the types of favorite games. In addition, the questionnaires completed by students were supplemented with data on their performance, chosen as the average score in the performance journals. In the processing of questionnaires used both descriptive and logical statistics. At the level of descriptive statistics, the frequency, mean, and standard deviations were not indicated; at the level of logical statistics, Student's t-test was used. The results of the study allowed the authors to assert that computer games have a beneficial effect on the academic performance of the Center of SPE of the YelSU, but do not have a significant impact on the development of their critical thinking, and the type of computer game does not matter. In conclusion, it is suggested that some games still influenced the growth of critical thinking, because students put in ambiguous conditions that could lead to an improvement in cognitive skills.

Keywords: computer games, critical thinking of students, educational achievement of students

Современные технологии повышают качество нашей жизни, но вместе с тем привносят в нее и некоторые моменты, которые могут трактоваться как негативные. В условиях современной культурно-технической революции компьютерные игры, будучи новым явлением, демонстрируют значительный количественный и качественный рост и становятся массовым явлением. Притягательность компьютерных игр для детей, подростков и многих взрослых может вызывать тревогу, основывающуюся на двух факторах: во-первых, сюжетах игр, влияющих на формирование детского и подросткового мировоззрения, и, во-вторых, значительных затрат времени и сил, которые могут послужить причиной игнорирования обучающимися образовательных программ и сложившихся социальных связей. В связи с этим приоритетной проблемой видится вытеснение компьютерными играми образовательной деятельности.

С другой стороны, компьютерные игры выступают для учащихся современным элементом игровой деятельности, важность влияния которой на результативность обра-

зовательной деятельности не вызывает сомнения. Однако недостаточно ясен эффект, оказываемый компьютерными играми на образовательную деятельность студентов, так как результаты исследований в этой области довольно разноречивы. Некоторые исследователи [1, с. 156–167] указывают на положительный эффект компьютерных игр на образовательные достижения, результаты других исследований [2, с. 1–12] сообщают о противоположных результатах. В то же время есть результаты исследований, не отмечающие какой-либо существенной разницы между средними показателями выборки и образовательными достижениями контрольных групп [3, с. 877–898]. Результаты отдельных исследований указывают на зависимость образовательных достижений студентов от типа компьютерной игры и затраченного на неё времени [4, с. 93–99]: некоторые виды игр стимулируют исследовательскую деятельность и оказывают положительное влияние на память и концентрацию. Систематическое и планомерное использование отдельных типов компьютерных игр в образовательных целях позволяет посредством виртуальной среды стимулировать когнитивную деятельность обучающихся вследствие постоянного разрешения проблемных ситуаций, предлагаемых сценариями игр. Отдельные полученные посредством компьютерных игр навыки могут быть применимы в реальной жизни [5, с. 23–38].

Большинство сценариев современных игр предлагает подросткам выбор между различными вариантами действий, командное взаимодействие при поиске решения [6, с. 1055–1078]. Таким образом, подобные компьютерные игры служат мощным стимулом и инструментом познавательной деятельности, способствуют выработке и закреплению различных, преимущественно социальных, навыков, развивают критическое мышление [1, с. 156–167].

Термин критическое мышление в сфере образования применялся Д. Дьюи (1933) на основе идеи о рефлексивном мышлении, которое, в свою очередь, определялось как активное, настойчивое и тщательное рассмотрение любой веры или вероятную форму знания в свете оснований, которые его поддерживают, и о дальнейших выводах, к которому он стремится, включает сознательное и добровольное усилия по созданию веры на основе доказательств и рациональности [7, с. 27]. Критическое мышление, в свою очередь, неразрывно связано с процессом формирования ученической самооценки, в том числе самооценки учебной деятельности, степень адекватности которой, в свою очередь, непосредственно влияет на успешность учебной деятельности [8, с. 138].

Кроме того, следует отметить важность проблемы исследования влияния компьютерных игр на критическое мышление обучающихся, поскольку его развитие уже само по себе является одной из целей образования.

Анализ публикаций показывает, что критическое мышление является отношением и может развиваться. Современные высокобюджетные компьютерные игры сложны и могут выступать платформой постановки виртуальных проблемных ситуаций, стимулирующих выработку навыков разрешения проблем и креативность обучающихся. Например, исследование влияния компьютерных игр на критическое мышление учащихся, показало, что между экспериментальной и контрольной группами существует значительная разница ($P < 0/05$) [5, с. 23–38], что позволяет авторам сделать вывод об имеющейся зависимости развития критического мышления от времени, затраченного на компьютерные игры.

Исследования показали положительное влияние групповых онлайн-игр на навыки письма и навыки критического мышления у студентов университета [1, с. 156–167].

Следует заметить, что существуют исследования, не фиксирующие значительного влияния компьютерных игр на критическое мышление обучающихся. Например, не было отмечено влияния шести групп игр (игры-действия, головоломки, стратегические и образовательные игры, игры-приключения и симуляторы) на уровень критического мышления учащихся средней школы [3, с. 877–898].

Противоречивость результатов различных исследований столь важной проблемы побуждает активизироваться в этом направлении, особенно это касается исследования зависимости влияния на критическое мышление и успеваемость обучающихся различных типов игр. Таким образом, целью настоящего исследования является рассмотрение влияния компьютерных игр на критическое мышление и успеваемость учащихся Центра СПО ЕГУ им. И.А. Бунина.

Для достижения этих целей постулируем следующие гипотезы:

1. Компьютерные игры не оказывают существенного влияния на критическое мышление учащихся (H01).

2. Компьютерные игры оказывают существенное влияние на успеваемость учащихся (H02).

3. Различие в типах компьютерных игр, в которые играют учащиеся, не оказывает существенного влияние на их успеваемость (H03).

Материалы и методы исследования

Исследование носит описательный и сравнительный характер. В качестве метода выборки использовалась ступенчатая кластеризация: 18 групп из 39 были выбраны случайным образом для заполнения опросника.

В качестве инструмента исследования была разработана анкета. Часть её вопросов была связана с определением стратификации учащихся в группах, другие вопросы касались количества и качества компьютерных игр, используемых учащимися. Также были получены данные о продолжительности (в часах в неделю) и видах любимых игр.

Основой для разработки анкеты послужил опросник (CCTDI), предложенный и стандартизованный в свое время Д. Риккетсом [9, с. 32–43]. При исследовании критического мышления анкетируемые определяли степень своего согласия с одним из пунктов по пятибалльной шкале Лайкерта (от «я категорически не согласен» – 1 до «полностью согласен» – 5). В 2, 12, 15, 19, 23, 30, 32, 33 пунктах оценка была перевернутой.

Данные об успеваемости учащихся были выбраны как средний балл по предметам из журналов успеваемости и добавлены к анкете в виде отдельного раздела. Анкета распространялась среди учащихся выбранных учебных групп и заполнялась ими после предварительного инструктажа.

При обработке анкет применялись как описательная, так и логическая статистика. На уровне описательной статистики частота, среднее и стандартное отклонения не указывались, на уровне логической статистики использовался t-критерий Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 представлены количество и процент учащихся, на домашние компьютеры которых были установлены игры.

Таблица 1

Описательная статистика учащихся, играющих в компьютерные игры

Играете ли Вы в компьютерные игры	Количество	%
Да	221	81,9
Нет	49	18,1
Всего:	270	100

Как видно из таблицы, абсолютное большинство учащихся (81,9 %) заявили о том, что они играют в компьютерные игры.

Таблица 2

Описательная статистика результатов по типу предпочитаемых компьютерных игр

Тип компьютерной игры	Количество	%
Образовательные	70	25,9
Военные	35	13,0
Приключения	98	36,3
Спортивные	18	6,7
Не играют в компьютерные игры	49	18,1
Всего:	270	100

Как можем наблюдать, наиболее предпочтительными играми у учащихся Центра СПО оказались приключенческие (36,3 %), образовательные (25,9 %) игры, а также различные военные игры (13,0 %).

Первой гипотезой (H01) нашего исследования было: «Компьютерные игры не оказывают существенного влияния на критическое мышление учащихся».

Исходя из результатов, указанных в табл. 3 ($t(268) = 1,72$, $p = 0,086$), подтверждаем гипотезу H01 и делаем вывод о том, что компьютерные игры не оказывают существенного влияния на критическое мышление учащихся.

Далее мы рассмотрели влияние компьютерных игр на успеваемость учащихся.

Исходя из результатов, указанных в табл. 4 ($t(268) = 4,32$, $p = .000$), констатируем, что гипотеза H02 подтверждается и мы можем утверждать, что компьютерные игры оказывают существенное влияние на успеваемость учащихся.

Для проверки гипотез H03 мы использовали дисперсионный анализ, разработанный Р. Фишером.

Таблица 3

Влияние компьютерных игр на критическое мышление учащихся

		N	M	Std	t-критерий	df	p
Критическое мышление	Играют в компьютерные игры	221	120,86	12,73	1,72	268	0,086
	Не играют в компьютерные игры	49	117,40	12,55			

Примечание. Здесь N – количество учащихся, M – среднее арифметическое, Std – стандартное отклонение, df – число степеней свободы t-критерия Стьюдента.

Таблица 4

Влияние компьютерных игр на успеваемость учащихся

		N	M	Std	t-критерий	df	p
Успеваемость учащихся	Играют в компьютерные игры	221	18,97	1,20	4,328	268	0,000
	Не играют в компьютерные игры	49	17,95	1,55			

Таблица 5

Дисперсионный анализ влияния различных типов компьютерных игр на успеваемость учащихся

	SS	df	MS	F	p
Внутри группы	5,036	3	1,688	1,17	0,32
Вне группы	312,057	217	1,438		
Всего:	317,120	220			

Здесь SS – сумма квадратов отклонения значений параметра от среднего, MS – дисперсия, F – значение критерия Фишера.

Исходя из результатов, указанных в табл. 5 ($F(3,217) = 1,17$, $p = 0,32$), можем утверждать, что различие в типах компьютерных игр, в которые играют учащиеся, не оказывает существенного влияния на их успеваемость, что подтверждает гипотезу H03.

Вышеизложенное исследование позволяет нам утверждать, что компьютерные игры благотворно влияют на успеваемость учащихся Центра СПО ЕГУ им. И.А. Бунина, но не оказывают существенного влияния на развитие их критического мышления. При этом тип компьютерной игры значения не имеет.

Заключение

Вызывает интерес, что компьютерные игры, не оказав существенного влияния на критическое мышление учащихся, тем не менее оказывают благотворное влияние на их успеваемость, т.е. на успешность образовательной деятельности обучающихся.

Исходя из наблюдений и прошлых исследований [8], можем выдвинуть предположение, что это происходит вследствие того, что на фоне снижения влияния мнений значимых взрослых на подростковую самооценку, учащиеся, оценивая себя, все больше полагаются на результативность собственной деятельности. Компьютерные игры, обладая высокой привлекательностью для учащихся, предоставляя возможность переживать состояния успеха, оказывают благотворное влияние на степень адекватности подростковой самооценки, особенно при заниженной самооценке.

Самооценка подростка формируется в большей степени под воздействием группы, в которую он входит и которая является для него референтной. Этим она отличается от самооценки младших школьников, формируемой под влиянием взрослых (родителей и учителей). В роли референтной группы для учащегося может выступать не только класс или образовательная группа, но и игровое сообщество, особенно в групповых онлайн играх. Родительское влияние на самооценку сохраняется, но в гораздо меньшей степени [8, с. 111].

Таким образом, детерминантой развития личности является деятельностно-опосредствованный тип взаимоотношений, которые складываются у учащегося с наиболее значимой для него группой (группами) в этот период. Эти взаимоотношения опосредствуются содержанием и характером деятельности, которые задаёт эта референтная группа, и общения, которое в ней складывается [8, с. 76–77]. Игровое сообщество, являясь такой группой, выступает как фактор развития личности подростка, посредством сложившихся в ней установок, шкалы ценностей, что требует как минимум внимания от педагогического коллектива и родителей учащихся.

Поскольку компьютерные игры оказали положительное влияние на успеваемость учащихся, можно рекомендовать их родителям выработать распорядок доступа к компьютерным играм и осуществлять родительский контроль при помощи средств операционной системы. Например, в операционных системах семейства Windows (наиболее распространенных на современных домашних компьютерах) это можно сделать, используя стандартную учетную запись, которая будет управляться с помощью функции «Семейная безопасность» (Microsoft Family Safety). Родители должны планировать использование домашних компьютеров таким образом, чтобы на первом месте у учащихся оставалось образование. Хотя на основании текущего исследования можно сделать вывод о том, что компьютерные игры могут помочь улучшить успеваемость, тем не менее для полного подтверждения этого утверждения, в котором родительский контроль будет выступать независимой переменной, необходимо провести значительный объем исследований.

Кроме того, можно предполагать, что некоторые игры были эффективными для повышения уровня критического мышления, поскольку учащиеся сталкиваются в них с неоднозначными ситуациями, что может привести к улучшению когнитивных навыков, заставили мыслить и проявлять творческий подход. Задачей является выделение со-

ответствующего типа игр и благоприятных условий. Результаты, свидетельствующие о негативном влиянии компьютерных игр на успеваемость, могут быть истолкованы как результат чрезмерного увлечения ими.

Список литературы

1. Erhel S., Jamet E. Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning. Computers & Education. 2013. vol. 67. P. 156–167. DOI: 10.1016/j.compedu.2013.02.019.

2. Papastergiou M. Digital game-based learning in high school computer science education: impact on educational effectiveness and student motivation. Computers & Education. 2009. vol. 52. no. 1. P. 1–12. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.06.004.

3. Li M.C., Tsai C.C. Game-based learning in science education: A review of relevant research. Journal of Science Education and Technology. 2013. vol. 22. no. 6. P. 877–898. DOI: 10.1007/s10956-013-9436-x.

4. Ritterfeld U., Cody M., Vorderer P. Serious games: Mechanisms and effects. Routledge, 2009. 552 p.

5. Gackenbach J., Dopko R. The relationship between video game play, dream bizarreness, and creativity. International Journal of Dream Research. 2012. vol. 5. no. 1. P. 23–38. DOI: 10.11588/ijodr.2012.1.9080.

6. Powers K., Aldrich N.J., Brooks P.J., Palladino M.A. Effects of video-game play on information processing: A meta-analytic investigation. Psychonomic Bulletin & Review. 2013. vol. 20. no. 6. P. 1055–1078. DOI: 10.3758/s13423-013-0418-z.

7. Dewey J. How we think. N.Y.: D.C Health & Co Publishers, 1933. 118 p.

8. Таров Д.А. Формирование адекватной самооценки учебной деятельности у подростков (на примере сельской школы): дис. … канд. пед. наук. Елец, 2003. 166 с.

9. Ricketts J.C., Rudd R.D. Critical thinking skills of selected youth leaders: The efficacy of critical thinking dispositions, leadership, and academic performance. Journal of Agricultural Education. 2005. vol. 46. no. 1. P. 32–43. DOI: 10.5032/jae.2005.01032.

УДК 372.862

ОБУЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЮ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Филоненко Е.И., Щекалева М.А.

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, e-mail: lena.leka.1960@mail.ru, marina20-82@mail.ru

В настоящее время методика практико-ориентированного обучения во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС) при подготовке студентов позволяет наиболее качественно осваивать учебный материал. В статье рассмотрен опыт обучения поэтапного выполнения дизайн-проекта студентами кафедры дизайна и технологий направления «Дизайн». Необходимость в обучении студентов формированию безопасной среды придомовых территорий связана с «ускорением» образа жизни людей, недостаточным благоустройством территорий общего пользования и высокими темпами автомобилизации населения. Обучение студентов поэтапной разработке дизайн-проекта по формированию безопасной среды в проектировании придомовых территорий на примере городов Приморского края стало целью данной статьи. В процессе обучения студенты, опираясь на теоритические и практические знания, способны решать поставленные задачи, развивать логическое и творческое мышление, ориентироваться в информационном пространстве, самостоятельно приобретать дополнительные знания и умения. На основе выявленных проблем определены главные приемы организации многофункциональной комфортной придомовой территории. Предложены пути создания безопасной среды, а именно: варианты организации парковок личного автотранспорта; разделение зон детских площадок по возрастным группам и формирование комфортной среды для пожилых жителей и лиц с ограниченными возможностями передвижения. Все предложенные решения выполнены поэтапно и последовательно, направлены на развитие безопасной среды и эстетической привлекательности придомовых территорий.

Ключевые слова: придомовые территории, безопасная среда, комфортность, доступность, экология, эстетическая привлекательность, озеленение

TRAINING THE FORMATION OF A SAFE ENVIRONMENT IN THE DESIGN OF THE CREDENTIAL TERRITORIES OF MULTI-APARTMENT HOUSES

Filonenko E.I., Schekaleva M.A.

Vladivostok State University of Economics and service, Vladivostok, e-mail: lena.leka.1960@mail.ru, marina20-82@mail.ru

At present, the methodology of practice-oriented training at the Vladivostok State University of Eco-nomics and Service (VSUES) in preparing students allows for the most qualitative mastering of educa-tional material. The article discusses the experience of training in the phased implementation of a de-sign project by students of the department of design and design technology. The need to teach students how to create a safe environment for local areas is associated with an «acceleration» of people's lifestyles, insufficient landscaping of common areas and high rates of motorization of the population. Teaching students the phased development of a design project to create a safe environment in the design of adjoining territories using the example of the cities of Primorsky Krai was the aim of this article. In the learning process, students, relying on theoretical and practical knowledge, are able to solve tasks, develop logical and creative thinking, navigate the information space, and independently acquire additional knowledge and skills. Based on the identified problems, the main methods of organizing a multifunctional comfortable adjoining territory are determined. Ways of creating a safe environment are proposed, namely: options for organizing private car parking; division of zones of playgrounds by age groups and the formation of a comfortable environment for older residents and people with limited mobility. All proposed solutions have been implemented in stages and sequentially, aimed at developing a safe environment and aesthetic attractiveness of local territories.

Keywords: house territories, safe environment, comfort, accessibility, ecology, aesthetic appeal, gardening

Образовательный процесс на кафедре дизайна и технологий во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС) построен на выполнении реальных проектов по заказам предприятий города и края. Отсутствие благоустройства городов – одна из наиболее серьёзных проблем, которая охватывает почти все населённые пункты нашей страны. Понимая сложность данного вопроса Правительство России с фракцией «Единая Россия» выступили с инициативой создать общефедеральную программу благоустройства городов России, которая охватила бы территорию всей страны. Президент России назвал вопрос благоустройства городов одним из приоритетных направлений работы Правительства страны. В целях создания условий для системного роста качества и комфорта городской среды в конце 2016 г. на всей территории России под руководством Минстроя стартовал проект «Формирование комфортной городской среды». Основной целью проекта является благоустройство

всех населённых пунктов страны с обязательным учётом мнений граждан. Приморский край не остался в стороне. Губернаторский проект «1000 дворов» перерос в краевую программу – «Благоустройство территорий муниципальных образований Приморского края».

Цель исследования: обучение студентов поэтапной разработке дизайн-проекта по формированию безопасной среды придомовых территорий многоквартирных домов для комфортных бытовых условий жителей, их отдыха и развлечений. Обоснование важности каждого этапа на стадии разработки и дальнейшей реализации проекта в жизнь.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – это реальные придомовые территории многоквартирных жилых домов городов Приморского края. Методом исследования является поэтапная разработка дизайн-проекта по формированию безопасной среды придомовых территорий, одобренная заказчиком и представителями ТСЖ (товарищества собственников жилья).

Результаты исследования и их обсуждение

Создание дизайн-продукта на основе материала, моделирующего будущую деятельность дизайнера, формирует у студентов креативное мышление, творческий подход к проектированию и помогает приобретать профессиональные теоретические и практические навыки.

Работа над дизайн-проектом включает в себя ряд этапов и общих требований проектирования, с которыми преподаватель знакомит студентов на первом вводном занятии. На основе полученной информации, обучающиеся выбирают объект для разработки самостоятельно или по рекомендации преподавателя. Первый этап работы предполагает знакомство с объектом проектирования, который осуществляется во время самостоятельных часов, предусмотренных учебным планом, при этом по необходимости поддерживается связь с преподавателем для решения возникших вопросов. На этом этапе проводятся: фотофиксация и необходимые замеры, а также, изучение нормативных документов и аналогов. Проведение студентами исследований и анализа существующих ситуаций раскрывает «…обеспечение системного мышления, стремления студентов к добыванию знаний, навыков самостоятельного их приобретения и теоретического анализа литературных или опытных данных; обучение применению познаний для решения практических или иных задач, самооценке, развитию коммуникативных и исследовательских умений» [1, с. 80]. Изучая и анализируя собранный материал, студенты выявляют степень безопасности и комфорта выбранного объекта. Придомовая территория – это комфортная и безопасная территория, предназначенная для повседневного отдыха жителей, которая является важной частью благоустройства жилых кварталов и микрорайонов. «Безопасность – залог человеческого развития. Если человек будет убежден в безопасности среды, где он обитает, то он чувствует себя комфортно и, соответственно, создаются условия, способствующие саморазвитию…» [2, с. 160].

Следующим этапом работы является формирование авторской концепции, на основе собранного и проанализированного студентами материала. Утверждение идей, их оценка и критика, проходит во время занятий, формами которых являются круглые столы или дискуссии. Участники круглых столов или дискуссий – это студенты, защищающие свои идеи, преподаватели, представители заказчика и ТСЖ. Во время таких занятий создается динамичная, открытая среда образовательного пространства.

Третьим этапом проектирования является разработка схемы функционального зонирования придомовой территории, которая отражает авторскую концепцию. Многофункциональная комфортная среда придомовых территорий – это детские, спортивные и хозяйственные площадки, зоны для выгула собак, парковки для личного автотранспорта, пешеходные дорожки, пандусы и зеленые зоны. Размещение площадок общего пользования различного назначения зависит от демографического состава населения, типа застройки, природно-климатических и других местных условий. Состав площадок и размеры их территории определяются территориальными нормами или правилами застройки. На этом этапе преподаватель рассказывает и обосновывает необходимость и важность функционального зонирования пространства для дальнейшей работы над дизайн-проектом, на основе существующих удачных и неудачных практических разработок, жизненных ситуаций и нормативных требований. На основе полученной информации студенты предлагают варианты схем для организации выбранного пространства, обосновывая их и выбирая наиболее интересный и значимый вариант. Окончательный вариант обязательно согласовывается с представителями заказчика и ТСЖ.

Четвертым этапом разработки проектной идеи является детальная проработка каждой зоны. И. при необходимости, авто-

ры проектов снова посещают выбранную территорию, на месте «проигрывая» предлагаемый вариант концепции. Каждый этап дизайн-проекта сопровождается небольшой лекцией, на которой преподаватель рассказывает необходимые требования организации пространства и демонстрирует визуальный ряд аналогов, существующих и проектных решений. «…информационно-рецептивные методы используются на первоначальных этапах, далее неоднократное применение методов в сходной ситуации позволяет студентам усваивать способы деятельности, способствуя формированию совершенных умений и навыков, после чего формируется опыт творческой деятельности» [3]. Для более глубокого погружения в тему студентам предлагается подготовить презентации.

Современная придомовая территория должна удовлетворять потребности различных групп жильцов дома. Состав придомовой территории со временем меняется. В настоящее время жители многоквартирных домов практически не пользуются площадками для сушки белья, для выбивания ковров, но у населения возрастает потребность в парковках. Стремление к созданию безопасной среды придомовых территорий связано с высокими темпами автомобилизации городов. Автовладельцы – одна из категорий жильцов многоквартирного дома, и их интересы тоже необходимо учитывать. В результате изучения данной проблемы, опираясь на педагогический опыт преподавателя, студенты переносят полученные знания и умения на решение той или иной ситуации. Новые жилые кварталы уже проектируются таким образом, чтобы получить «двор без машин»: пространство замкнутой конфигурации, окружённое домами, куда разрешён проезд только для спецтехники (рис. 1). В этом варианте парковки и стоянки личного автотранспорта выносятся за пределы этого пространства, попасть на внутреннюю территорию на личном автомобиле практически невозможно. И так как Владивосток расположен на сопках, такой вариант организации автопарковки наиболее жизнеспособный. В таком дворе могут играть дети, не беспокоясь, что из-за угла может выехать машина; заниматься активными видами досуга взрослые. В районах сложившейся застройки городов Приморского края часто встречаются вытянутые вдоль домов открытые придомовые территории. В этом случае организовать полностью свободное от машин пространство невозможно, но можно минимизировать контакт людей и автомобилей (рис. 2).

Рис. 1. Пространство замкнутой конфигурации – «двор без машин»

Рис. 2. Открытая придомовая территория, вытянутая вдоль домов

Третьим вариантом обустройства мест для хранения личного автотранспорта является организация экологических парковок, которые сейчас набирают популярность (рис. 6). Технология устройства таких парковок позволяет сохранить красивый зеленый газон и при этом значительно укрепить грунт на автостоянках грузового и легкового транспорта, на подъездных дорогах к гаражам, при благоустройстве придомовых территорий. «Устройство экологических парковок позволяет полностью или частично заменить скучный вид асфальтированных или мощеных площадок, а также газонов, пришедшие в негодность из-за несанкционированной парковки на зеленый газон» [4, с. 165]. Каждый из вариантов решений автопарковок, предложенных и изученных студентами, находят свое применение при функциональном зонировании разрабатываемых придомовых территорий согласно сложившейся ситуации.

Чем больше на придомовой территории выделено зон различного назна-

чения, тем больше жильцов смогут рассматривать двор как место для досуга, а не только как место транзита от дома до остановки или стоянки. Организация функциональных зон разрабатываемых студентами территорий опирается на знания эргономики и антропометрии человека, полученные в процессе обучения. В учебном процессе преподавателем варьируются формы практических занятий. Проведение коллоквиумов помогает преподавателю проверить качество пройденного ранее материала и выявить недостатки, чтобы устранить и избежать проблем в дальнейшем обучении. Придомовая территория имеет игровые площадки для разных возрастных групп детей, спортивные площадки для всех категорий населения, места для коллективного и уединённого отдыха и общения. Студентами выявляются и применяются в работе современные тенденции при организации детских площадок для разных возрастов, когда обустраивается несколько игровых пространств, чтобы малыши не попадали в зону подвижных игр детей старшего возраста (рис. 1–2). Учитывая сложный рельеф города Владивостока, когда придомовая территория размещается в двух или трех уровнях, его можно использовать как дополнительную полезную площадь в организации благоустройства площадок для отдыха (рис. 3). На склонах удобно размещать горки и скалодромы. Скалодромы могут предназначаться не только для детей и подростков, но и для досуга взрослых, дополняя спортивную площадку. Создавать современные, многофункциональные тренажерные комплексы в дворовом пространстве – значит максимально удовлетворять потребности детей и их родителей в занятиях спортом и активным семейным отдыхом (рис. 4).

Рис. 3. Использование рельефа в благоустройстве – скалодром на детской площадке

Рис. 4. Придомовая территория – многофункциональный тренажерный комплекс

Существующий рельеф местности или созданный искусственно можно использовать для организации мест для общения «тет-а-тет» или мест для небольшой компании. А общее открытое пространство можно использовать для большой группы людей (собраний жильцов и иных массовых внутридомовых мероприятий). Разработка мест для общения зависит от площади и конфигурации выбранной территории, поэтому студентам необходимо выехать на разрабатываемую территорию и, включив пространственное воображение, предложить объект, соответствующий заданному пространству и утвержденной авторской концепции. Для эстетической привлекательности придомовых территорий разрабатываются малые формы и объёмно-пространственные композиции, выполненные из натуральных или экологически чистых материалов. Творческий характер деятельности преподавателя стимулирует формирование эстетических навыков студентов. Преподаватель, имеющий глубокие и разносторонние познания, помогает в поиске новых образов, связанных с утвержденной дизайн-концепцией. «В данной ситуации важно проводить дискуссии по спорным вопросам, сталкивать противоположные точки зрения, подвергать сомнению общепринятые, привычные мнения, разрушать стереотипы, шаблоны» [5, с. 115].

На каждом этапе работы над дизайн-проектом существующей территории, студенты создают безопасную эстетически привлекательную среду, удобную и доступную для всех групп населения. Общество, которое заботится о нуждах людей с ограниченными возможностями передвижения, считается современным и цивилизованным обществом. Поэтому создание безбарьерной среды при разработке любого простран-

ства – важный акцент при объяснении студентам задания на проектирование. В этом им помогает комплекс полученных теоретических и практических знаний и умений по адаптации любого пространства для пожилых людей и лиц с ограниченными возможностями передвижения. Основу доступной для инвалидов среды жизнедеятельности должен составлять безбарьерный каркас территории, обеспечивающий условия для основных жизненных процессов: культурно-бытовых потребностей, отдыха, занятия спортом и др. Пешеходные дорожки и места отдыха проектируются таким образом, чтобы они были доступны и безопасны для маломобильных людей. Доступность зон придомовой территории обеспечивается достаточной шириной пешеходных путей, наличием пандусов и поручней на лестничных маршах (рис. 5).

Рис. 5. Входная группа для людей с ограниченными возможностями

Рис. 6. Экопарковка

Важную роль в функциональном зонировании играет озеленение. «С помощью озеленения можно создать неограниченное многообразие цветовых оттенков, изменяющихся во времени и пространстве. Зелень в любое время года оказывает на человека умиротворяющее действие» [6, с. 126]. Этап разработки зеленых зон придомовой территории дополняется интерактивными экскурсиями, на которых преподаватели совместно со студентами затрагивают вопросы композиции, колористики и частично ландшафтного дизайна. Все разработанные решения принимаются с учетом климатических условий, ориентации на местности, характера рельефа выбранного пространства. «Зеленые насаждения можно использовать для очищения городской пыли и газов. Образованию пыли существенно препятствует даже газон. Запыленность среди зеленых насаждений в 2–3 раза меньше, чем среди застройки» [6, с. 126]. Растительность не только улучшает климатические характеристики придомовых территорий, снижает влияние шума и степень загазованности воздуха, но и оказывает благоприятное эстетическое воздействие. Зелёный цвет успокаивает, снижает нервную возбудимость, восстанавливает эмоциональную стабильность, что очень важно в современном урбанизированном обществе.

Заключение

Практико-ориентированное обучение дает возможность студентам наиболее качественно осваивать учебный материал и осуществлять поиск вариантов новых креативных решений для будущей профессиональной деятельности, опираясь на опыт преподавателя. Полученные во время обучения теоретические знания, практические умения, опыт работы с заказчиком позволят студентам грамотно решать проектные задачи для достижения поставленных целей. Результаты обучения студентов формированию безопасной среды придомовых территорий многоквартирных домов позволяют сделать вывод о том, что достаточно эффективно поэтапное выполнение дизайн-проекта. Последовательное применение теоретических знаний и практического опыта, полученных студентами на занятиях и самостоятельно, формирует фундаментальные знания будущего специалиста, целесообразность функционального зонирования придомовой территории с учетом действующих норм и правил, положенных в основу профессиональной деятельности дизайнера для создания безопасной среды придомового пространства многоквартирного дома. И важным является то, что многолетний опыт и знания преподавателя, совмещенные со знаниями, полученными студентами самостоятельно, формируют практические навыки, моделирующие будущую профессиональную деятельность дизайнера среды.

Список литературы

1. Зерщикова Т.А. О способах реализации метода проектов в вузе // Проблемы и перспективы развития образования: материалы Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2011 г.). Т.II. Пермь: Меркурий, 2011. С. 79–82. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/conf/ped/archive/17/295/ (дата обращения: 13.08.2019).

2. Жиркова А.А., Неустроева А.Н. Безопасная образовательная среда как актуальное требование современной начальной школы // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 6. С. 160–163. [Электронный ресурс]. URL: http://e-koncept.ru/2017/770054.htm (дата обращения: 13.08.2019).

3. Горшкова О.О. Возможности практико-модульного обучения в формировании исследовательских компетенций студентов технических вузов // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=28495 (дата обращения: 29.08.2019).

4. Полякова Я.С. Компетентностный подход в образовании: состояние, проблемы и перспективы // Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2013. № 2 (6). С. 111–116.

5. Тихонова Н.С., Седляров О.И. Экологические составляющие благоустройства городской среды, улучшающие качество жизни // Актуальные проблемы инклюзии: качество жизни, безбарьерная среда, образование без границ: сборник научных публикаций. М.: МГУДТ, 2016. 165 с.

6. Фомина В.Ф. Современные проблемы комфортной жилой среды // Пространства городской цивилизации: идеи, проблемы, концепции: материалы Международной научной конференции (4–5 октября, 2017 г.) Екатеринбург: Изд-во УрГАХУ «Архитектон», 2017. С. 123–126.

УДК 372.862

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Фокин Р.Р.

ФГКВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург, e-mail: rrfokin@yandex.ru

Настоящая статья обобщает многолетний педагогический опыт работы в высшей школе автора статьи и его коллег. Статья адресована преподавателям информатики, информационных технологий, математики, в особенности преподавателям программирования и вычислительной математики, а также студентам, аспирантам, соискателям ученых степеней, для которых актуальны или будут актуальны методики преподавания в высшей школе указанных выше областей знания. В статье предлагается, по мнению ее автора, обзор важнейших проблем преподавания программирования в современной высшей школе, а также пути хотя бы частичного их решения. В качестве основных проблем рассматриваются проблемы, имеющие как психолого-педагогические, так и общественно-политические корни. Актуальность рассмотрения проблем преподавания программирования определяется как тем, что именно программирование (в отличие от прочих разделов информатики) является (вместе с математикой) полюсом недоступности для понимания большинства студентов, так и огромной роли программирования в современном обществе. Предлагаемые автором подходы не обеспечивают полного решения указанных проблем. В большинстве случаев лишь намечаются пути, где следует искать, по мнению автора, решение указанных проблем. В отдельных случаях предлагаются конкретные методики преподавания, эффективность которых находит подтверждение в конкретной практике преподавания программирования автором и его коллегами. Эти методики основаны на сервисном подходе к преподаванию, подходе, использующем авторские сервисы обучения программированию.

Ключевые слова: сервисы обучения, RAD-программирование, информатика, вычислительная математика, виды мышления, информационные технологии, пакеты прикладных программ

THE MAIN PROBLEMS OF LEARNING PROGRAMMING IN A MODERN HIGH SCHOOL

Fokin R.R.

Federal State Public Military Institution of Higher Education «Military Space Academy named after Mozhaisky», Saint-Petersburg, e-mail: rrfokin@yandex.ru

This article summarizes the many years of teaching experience in higher education of the author and his colleagues. The article is addressed to teachers of Informatics, information technologies, mathematics, especially teachers of programming and computational mathematics, as well as students, postgraduates, applicants for academic degrees, which are relevant or will be relevant methods of teaching in higher education of the above areas of knowledge. According to the author, the article offers an overview of the most important problems of teaching programming in modern higher education, as well as ways to at least partially solve them. Both, the problems with psycho-pedagogical roots and the problems with socio-political roots are considered as the main problems. The relevance of the problems of teaching programming is determined both by the fact that programming (unlike other branches of computer science) is (along with mathematics) the pole of inaccessibility to the understanding of most students, and the huge role of programming in modern society. The approaches proposed by the author do not provide a complete solution to these problems. In the most cases, the ways, where solutions to these problems should be sought, are only outlined, according to the author opinion. In some cases, specific teaching methods are proposed, the effectiveness of which is confirmed in the specific practice of teaching programming by the author and his colleagues. These methods are based on the service approach to teaching, an approach that uses the author's services of teaching programming.

Keywords: learning services, RAD-programming, computer science, computer mathematics, types of thinking, information technology, application packages

Информатика как новая область знаний (ОЗ) упоминается с 1970-х гг. и, в частности, включает в себя программирование. В эту ОЗ входят научные дисциплины, не похожие друг на друга по своей методологии, а следовательно, и по методике преподавания. Программирование по методологии и методике преподавания близко к математике [1–3], но есть в информатике и технические дисциплины, и гуманитарные. Методика преподавания информатики – это общее место. Средства массовой информации пишут о большой востребованности информатики и программирования в современном обществе. Что касается программирования – это не совсем так.

Цель исследования: выявить основные проблемы изучения программирования в современной высшей школе и указать пути их возможного решения. Эти проблемы слишком сложны, чтобы одна статья могла их все полностью решить.

Материалы и методы исследования

Основной метод нашего исследования – индукция (путь от частного к общему), вспомогательный –

дедукция (путь от общего к частному). Только точные науки могут использовать дедукцию в качестве основного метода. Следует заметить, что индукция не всегда приводит к истине, за исключением математической индукции, которая обычно не применима нигде, кроме математики. Поэтому наши выводы абсолютизировать нельзя. Материалами для индуктивных рассуждений являются приводимые ниже частные примеры. Выбор именно этих примеров имеет ключевую ценность для результатов исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Программист в настоящее время не является широко востребованным специалистом как в России, так и за рубежом. Отсюда проблемы при обучении программированию. Пример 1: экзамен по программированию. Диалог преподавателя (П) и студента (С). П: «Что такое инкапсуляция?» С: «Ну, понимаете, компьютер обрабатывает информацию, у него есть процессор для этого ...» П: «Стоп, инкапсуляция Вам не знакома!» С: «Зачем мне вообще программирование? Я диплом получу, устроюсь работать сисадмином!» Системный администратор (сисадмин) обычно не программирует, причем эта профессия сейчас наиболее востребована для специалистов в области информатики. Программирование – это малая часть современной информатики. Сегодня на кафедре информатики или информационных технологий (ИТ) из 20–30 преподавателей программировать умеют лишь 2–3 человека. Из выпускников приблизительно такая же доля работает программистами, остальные – сисадминами, ИТ-менеджерами и т.п. Среди web-разработчиков (их меньше, чем сисадминов, но тоже много) большая доля web-дизайнеров, web-программистов мало.

О социальной значимости [2] программирования. Пример 2: известен случай, произошедший в США в 1960-е гг. На старте взорвалась ракета с искусственным спутником Земли. Это произошло из-за ошибочного оператора управляющей программы на Фортране. Вместо Y = X + 5 было введено Y = X + S, буква S внешне похожа на цифру 5. Это семантическая, а не синтаксическая ошибка (ошибка смысла, а не нарушение формальных правил языка Фортран) – такие ошибки автоматически не обнаруживаются.

Пример 3: вот опыт, который может произвести каждый, кто пользуется пригородной электричкой. Пусть имеются 3 станции с номерами, расположенные по ходу электрички в следующем порядке: 1, 2, 3. Предположим, Вы купили билет от станции N_1 до станции N_2, причем $N_1 = 1$, $N_2 = 3$. Допустим, по некоторой причине Вы решили выйти на станции N = 2 (в середине дороги). Автоматический турникет Вас не выпустит. Но около автоматического турникета стоит сотрудник, который по Вашей просьбе проверяет Ваш билет и в ручном режиме Вас выпускает. Почему так происходит? На билете имеется штрих-код, это очень большое натуральное число, которое однозначно идентифицирует конкретный билет. В момент покупки билета на центральный компьютер (сервер) данной железной дороги делается запись о том, что данный билет был куплен в некоторые время и дату от станции $N_1 = 1$ до станции $N_2 = 3$. Вы выходите на станции N, автоматический турникет посылает сообщение на центральный сервер (на десятки километров) с просьбой проверить Ваш билет. Когда-то не очень дальновидный программист запланировал на сервере выполнение следующего оператора: Если $N_2 = N$ Тогда «Выпустить пассажира» Иначе «Пассажира не выпускать». В нашем случае при $N = 2$ и $N_2 = 3$ турникет получит от сервера (опять на десятки километров) команду «Пассажира не выпускать». Поэтому такие турникеты срабатывают с задержкой в 10–15 сек. В результате образуется очередь на выход. Некоторые полагают, что в каждый билет встроен микропроцессор, это не так, там только штрих-код. Следовало бы в соответствующей программе предусмотреть проверку более сложного условия, что N лежит между N_1 и N_2, которое математически выражается так $(N - N_1)(N_2 - N) \geq 0$. Прошло более 10 лет со времени появления таких турникетов, а ошибка так и не исправлена до сих пор.

Закончилось противостояние двух мировых систем – капитализма и социализма. Снизилась вероятность мировой войны. Снизилась интенсивность гонки вооружений. Следствие этого – снижение спроса на исследования математического, естественнонаучного, технического направления, повышение спроса на исследования маркетингового, экономического, психологического, социально-психологического, в целом – гуманитарного характера. Пример 4: мои коллеги, которые некоторое время работали программистами и математиками в США и в других странах, ныне почти все вернулись в Россию. По их мнению, например, в США снизилась потребность в высококвалифицированной рабочей силе и повысилась – в низкоквалифицированной. В связи с глобальной информатизацией повысилась потребность в программистах, которые создают программное обеспечение низкого качества в больших объемах и работают за относительно низкую зарплату дистанционно, не выезжая из своих стран. Исключение составляют специалисты низкоуровневого программирования – это про-

граммисты в кодах конкретного процессора или на ассемблере. Это машиннозависимое программирование, оно привязано к архитектуре конкретного процессора. В последние 10 лет появились многочисленные нетиповые архитектуры – это встроенные RISC-процессоры, управляющие технологическими процессами и гаджетами (планшетами, смартфонами, фотоаппаратами, принтерами и т.п.). В основном они программируются на языке высокого уровня Java – это оптимально с точки зрения себестоимости программного обеспечения. Но Java-машину при этом нужно привязывать к конкретной архитектуре, следовательно, без процессорных кодов и ассемблера не обойтись. Для этого требуются низкоуровневые программисты, которые в результате перманентного повышения своей квалификации становятся незаменимыми сотрудниками для своей компании.

В СССР выпускались многочисленные микропроцессорные наборы, которые управляли исполнительными механизмами в технологических процессах и периферийными устройствами (принтерами, сканерами). Соответственно, были нужны высококвалифицированные низкоуровневые программисты в большом количестве. В современной России около 5 лет назад начали производить микропроцессорный набор на базе архитектуры процессора советского суперкомпьютера Эльбрус-3. На базе современных нанотехнологий его сделали микропроцессором. Среди чипов массового производства по быстродействию он занимал на то время 2 место в мире, уступая лишь Intel Core Duo. Из открытой печати у автора иных сведений по этому вопросу нет. Нужны ли сейчас в России высококвалифицированные низкоуровневые программисты в значительном количестве? Сомнительно. Автор статьи является низкоуровневым программистом Советских микропроцессорных наборов К1810 (аналог Intel 8086) и К1801 (аналог DEC PDP-11), имеются соответствующие дипломы. На основе имеющегося опыта можно сказать, что научиться низкоуровневому программированию только по учебникам невозможно, нужно читать заводскую документацию.

Еще одним следствием того, о чем сказано выше, является снижение уровня образования в США и в других странах. На основе этого перейдем к конкретной проблеме преподавания программирования – оно требует наличия соответствующего аппаратного (hardware) и программного (software) обеспечения. В университетах, где автору приходилось работать, закупалось в достаточном количестве hardware и оно содержалось в удовлетворительном состоянии, чего нельзя сказать о software. Лет десять назад с торрентов можно было скачивать контрафактный software и использовать его на занятиях. Теперь это делать строго запрещено под угрозой уголовной ответственности для преподавателя. Необходимый software реально вузами не закупается. Как можно изучать современное программирование при отсутствии систем программирования?

Программирование и математика вызывают негативную реакцию [1–3] нескольких поколений студентов по крайней мере последние полвека. Информатики полвека назад не было, но было программирование, причем почти во всех вузах. Пример 5: выпускники 1981 г. Института культуры имени Н.К. Крупской по специальности «Библиограф» в дипломе имели дисциплину «Программирование», изучали язык «Фортран». В те годы считалось, что каждый специалист с высшим образованием должен уметь пользоваться компьютером для выполнения расчетов, связанных с его профессиональной деятельностью. Понятия пользователя и прикладного программиста были тождественными. В настоящее время существует понятие «парапрограммист» – программирующий пользователь. Им может быть даже гуманитарий, например врач, психолог, педагог. Новая научная теория, как правило, требует подтверждения экспериментом и статистической обработки его результатов. Нужны новые математическая, алгоритмическая модели и компьютерные программы. Поэтому неплохо ученому-гуманитарию также быть «парапрограммистом», «парастатистиком», «параматематиком». На практике никакого интереса среди современного студенчества к «парапрограммированию» не наблюдается. Они мотивированы получить специальность и высокооплачиваемую работу, а не разрабатывать новую научную теорию.

Согласно психологической теории [3–5] межполушарной асимметрии мозга (МАМ): 1. Существуют люди с преобладанием деятельности левого полушария мозга (мыслительный тип, левополушарные), правого полушария мозга (художественный тип, правополушарные), без явного преобладания деятельности какого-либо полушария (гармоничный тип). 2. Левое полушарие мозга отвечает за обработку вербальной информации (выраженной заранее оговоренными сигналами), правое – невербальной (непосредственной) информации. 3. Левополушарные склонны к точным, естественным наукам, к технике, несколько замедленно оценивают сложную ситуацию путем анализа и логических рассуждений. Право-

полушарные склонны к гуманитарным наукам, к высоким спортивным достижениям (кроме, например, шахмат), очень быстро схватывают сложную ситуацию в целом путем интуиции.

Пример 6: экзамен по высшей математике. Диалог преподавателя (П) и студента (С). П: «Множество М = {–1, 0, 5}, назовите какую-нибудь верхнюю грань М» С молчит. П: «Что такое верхняя грань?» С: «Верхняя грань числового множества – это любое число, большее либо равное любому из его элементов» – вызубрил! П: «Из чисел 10 и –10 какое является верхней гранью?» С после долгого раздумья: «Наверное, 10». П: «Правильно! Это точная верхняя грань или нет?» С: «Точная» П: «Что такое точная верхняя грань?» С: «Точная верхняя грань числового множества – это наименьшая из всех его верхних граней» – вызубрил! Студент учебник читал, материал запомнил. Что он еще мог сделать? Ничего! Такие диалоги характерны для более чем половины студентов всех профессиональных направлений. Студент из примера 6, вероятно, правополушарный [3], таких в настоящее время большинство – вот откуда широкое неприятие программирования и математики.

По мнению многих психологов [4, 5], среди всех людей доля гармоничных очень мала (≈2%), доли правополушарных и левополушарных приблизительно одинаковы (≈49%), Среди людей, связанных с точными, естественными, техническими науками, больше доля левополушарных, среди людей, связанных с гуманитарными науками, больше доля правополушарных. Это не соответствует [3] действительности: 1. В настоящее время правополушарных значительно больше даже среди студентов физико-математического и технического направлений. 2. Эти доли меняются во времени, последние 20 лет по всем профессиональным направлениям сильно растет доля правополушарных студентов, растет доля гармоничных, сильно падает доля левополушарных. Автор статьи располагает взятыми из интернета данными 1960-х гг. про один из классических университетов. Там в целом по вузу была доля левополушарных студентов больше половины. В то время «мыслители» были популярнее «художников»!

Согласно психологической теории Б.М. Теплова [6] о 4 типах мышления, мышление бывает: с одной стороны, конкретным (действенным) или абстрактным; с другой стороны, понятийным или образным. Отсюда 4 типа: действенное понятийное; действенное образное; абстрактное понятийное; абстрактное образное. Теория МАМ и теория Б.М. Теплова о 4 типах мышления интересны тем, что относятся к экспериментальной психологии, а не к концептуальной. Они подтверждены экспериментами. Педагогический принцип наглядности состоит в том, что при росте степени наглядности учебного материала результаты обучения улучшаются. Это не соответствует [1] действительности! С ростом наглядности результаты обучения сначала улучшаются, достигают некоторого максимума, а затем начинают убывать. Автором статьи проводились соответствующие эксперименты. Так что для всякого учебного материала существует оптимальная степень наглядности. Ее превышение вызывает ухудшение результатов обучения. Почему сначала происходит рост понимания с ростом наглядности – это объясняется во всех учебниках педагогики. Рост наглядности сначала немного разгружает два типа абстрактного мышления и немного нагружает два типа изначально разгруженного действенного мышления. Наглядность – это всегда демонстрация педагогом некоторого действия, которое происходит не в голове студента, а вне ее, например на экране компьютера. А если педагог все более увеличивает наглядность, пытаясь за счет этого все больше увеличить скорость подачи учебной информации? В некоторый момент все 4 вида мышления оказываются максимально загруженными, разгружаться им теперь некуда. Мозг быстро устает, степень понимания падает. Большая часть аудитории засыпает – это реакция здорового мозга на сильную усталость.

Улучшение качества обучения (программированию и математике в частности) путем увеличения степени наглядности учебного материала – естественный путь решения выявленных в статье проблем. При этом следует учитывать сказанное выше об оптимальной степени наглядности. В соответствии с теорией Б.М. Теплова наглядность может быть образной и понятийной. Для правополушарных студентов эффективнее будет работать образная наглядность, для левополушарных – понятийная. Понятийная наглядность обеспечивается подменой научной системы понятий учебной, что чревато негативными последствиями, в особенности если речь идет о высшей школе. Образная наглядность в этом смысле безопаснее, в настоящее время она также более актуальна, поскольку правополушарных студентов большинство, их доля растет во времени.

Заключение

Широко применяемые ныне методики преподавания программирования оптимизированы для обучения левополушарных студентов, они сложились фактически в 1960-е гг., когда таких студентов было боль-

шинство. Сейчас в большинстве правополушарные студенты, они нуждаются в иных методиках преподавания программирования, основанных на образной наглядности. Внедрение в обучение современных технологий программирования (визуально-ориентированного, событийно-ориентированного, сценарного программирования), внедрение наглядных информационно-компьютерных технологий обучения обеспечило бы образную наглядность.

Эти решения предлагается основывать на использовании сервисов обучения программированию. Сервис обучения – это новое понятие педагогики, разработанное и обоснованное к практическому применению автором статьи и его коллегами [1, 2] на базе многолетней практики преподавания информатики и математики начиная с 2002–2003 гг. Существенным подкреплением этих идей [1] послужило появление [7, 8] начиная приблизительно с 2004 г. зарубежных и отечественных научных работ, посвященных возникновению новой ОЗ – науки о сервисах, управлении и инжиниринге, по английски – Service Science, Management and Engineering (SSME).

Системы программирования [1, 2], поддерживающие указанные выше современные технологии, обычно очень дороги. Установка одной такой системы на один учебный компьютер стоит десятки или сотни тысяч рублей. Поэтому важно использовать программы содействия образованию некоторых крупных коммерческих компаний. Например, компании Microsoft и IBM полноценные версии почти всех своих программных продуктов предоставляют бесплатно вузам, студентам и преподавателям всех стран. С пользователя требуется лишь обязательство применять полученный бесплатно программный продукт только в образовательных и научных целях. Microsoft – владелец Visual Studio (многоязыковой системы программирования). IBM – владелец Matcad, Matlab, SPSS-Statistica (математических пакетов прикладных программ с возможностями программирования). Российская компания 1С бесплатно предоставляет всем желающим функционально сокращенные учебные версии всех своих программных средств. К сожалению, таких компаний, как Microsoft, IBM, 1С, немного.

Список литературы

1. Абиссова М.А., Фокин Р.Р. Сервисы обучения информатике и информационным технологиям в высшей школе. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2010. 195 с.

2. Абиссова М.А., Атоян А.А. Сервисы обучения RAD-программированию для активизации познавательной деятельности студентов при обучении информатике и математике // Письма в Эмиссия.Оффлайн. 2013. № 12. [Электронный ресурс]. URL: http:// www.emissia.org/ offline/ 2013/ 2118.htm (дата обращения: 16.09.2019).

3. Фокин Р.Р. Некоторые психологические и статистические аспекты преподавания дисциплин из областей математики и информатики в современной высшей школе // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 9. С. 175–179.

4. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг. Правый мозг. М.: Книга по требованию, 2013. 254 с.

5. Москвина Н.В., Москвин В.А. Межполушарные асимметрии и индивидуальные различия человека. М.: Смысл, 2011. 368 с.

6. Маклаков А.Г. Общая психология. СПб.: Питер, 2016. 576 с.

7. Tadahiko A. What is Service Science? Japan Research Report. 2005, December. No. 246. [Electronic resource]. URL: https:// cyberleninka.ru/ article/ n/ nauka-ob-uslugah-voprosy-prepodavaniya-novoy-distsipliny (date of access: 16.09.2019).

8. Сорокин А.В. Новая наука о сервисах, управлении и инжиниринге // Экспертная сеть по вопросам государственного управления: электронное справочное пособие. 2010. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gosbook.ru/ node/10083/ (дата обращения: 16.09.2019).

УДК 373.1

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ УЧАЩИХСЯ ДЕВЯТЫХ КЛАССОВ НА УРОКАХ ХИМИИ СРЕДСТВАМИ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Халикова Ф.Д., Ганиева Р.Й.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань,
e-mail: fidaliya.halikova@mail.ru, ramilya-ganieva@mail.ru

В данной статье исследуется формирование познавательных универсальных учебных действий учащихся девятых классов на уроках химии средствами демонстрационного эксперимента. Сегодня, с введением новых образовательных стандартов в школе, изучение формирования познавательных универсальных учебных действий становится особенно актуальным. Демонстрационный эксперимент в этих условиях является эффективным способом формирования познавательных универсальных учебных действий, так как становится одним из средств активизации мыслительной, познавательной деятельности обучающихся, давая возможность сравнения неизвестного с известным и побуждая обучающихся к решению конкретной проблемы. В статье указано, что демонстрационный эксперимент способствует подготовке обучающихся к самостоятельному выполнению химических экспериментов на уроках химии, служит эффективным средством формирования основных приемов при подготовке обучающихся к основному государственному экзамену с реальным экспериментом. В исследовании были задействованы обучающиеся девятого класса: ОШИ «IT-лицей К(П)ФУ» для одаренных детей г. Казани и МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского муниципального района Республики Татарстан. В итоге на основе полученных данных в статье изучаются и сравниваются контрольная и экспериментальная группы, анализируется изменение познавательных универсальных учебных действий обучающихся, определяются критерии сформированности познавательных универсальных учебных действий.

Ключевые слова: универсальные учебные действия, демонстрационный эксперимент, новые образовательные стандарты, государственная итоговая аттестация, реальный химический эксперимент, мысленный эксперимент

THE FORMATION OF COGNITIVE UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS OF PUPILS OF THE NINTH GRADE IN CHEMISTRY CLASS BY MEANS OF DEMONSTRATION EXPERIMENT

Khalikova F.D., Ganieva R.Y.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan,
e-mail: fidaliya.halikova@mail.ru, ramilya-ganieva@mail.ru

This article explores the formation of cognitive universal educational actions for students of ninth grades in chemistry lessons by means of a demonstration experiment. Today, with the introduction of new educational standards at school, the study of the formation of cognitive universal educational actions is becoming especially relevant. A demonstration experiment under these conditions is an effective way of creating cognitive universal educational actions, as it becomes one of the means of enhancing students' mental, cognitive activity, making it possible to compare the unknown with the known and prompting students to solve a specific problem. The article indicates that the demonstration experiment helps prepare students for independent chemical experiments at chemistry lessons, serves as an effective means of forming basic techniques in preparing students for the main state exam with a real experiment. For the study, ninth-grade students were affected: OSHI «IT Lyceum K (P) FU» for gifted children in Kazan and MBOU «Alatskaya OSH» of the Vysokogorsky municipal district of the Republic of Tatarstan. As a result, on the basis of the obtained data, the control and experimental groups are studied and compared, the change in cognitive universal educational actions of students is analyzed, and the criteria for the formation of cognitive universal educational actions are determined.

Keyword: universal educational actions, demonstration experiment, new educational standards, state final certification, real chemical experiment, thought experiment

Сегодня актуально изучение познавательных универсальных учебных действий (УУД), это обусловлено новыми социальными запросами, введением новых образовательных стандартов в школе. Универсальные учебные действия представляют собой обобщенные способы действий обучающихся, открывающих широкую ориентацию самостоятельного усвоения новых знаний и умений в различных предметных областях. Познавательные универсальные учебные действия включают действия поиска, отбора, исследования и структурирования нужной информации, а также моделируют изучаемое содержание предмета, благодаря которым обеспечивается организация учебной деятельности.

Познавательные УУД классифицируют на: 1) общеучебные; 2) логические; 3) действия постановки и решения проблем [1–2]. К действиям постановки и решения проблем относят формулирование проблемы

и самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера, это является особенностью структуры влияния демонстрационного эксперимента на познавательные УУД. Условиями формирования познавательных УУД средствами демонстрационного эксперимента являются: 1) организация урока с использованием конкретной проблемы, решением которой выступает демонстрация эксперимента, как средство активизации мыслительной, познавательной деятельности обучающихся, помогая в наглядной форме сравнить неизвестное с известным и побуждая их к поиску путей решения данной проблемы; 2) проведение демонстрационного эксперимента грамотно и с соблюдением требований проведения конкретного эксперимента: (наглядность, простота, безопасность, надежность, экологичность, экономичность, необходимость объяснения демонстрационного эксперимента и др.); 3) применение приемов демонстрационного эксперимента с ориентиром на выполнение реального эксперимента на основном государственном экзамене.

Методика использования демонстрационного эксперимента на уроках химии достаточно исследована и разработана учеными-методистами, не является новшеством. Но сегодня вновь возникает интерес к данной теме, в связи с тем, что вводится новый образовательный стандарт, изменяется содержание учебного предмета с универсальными учебными действиями, появляются пропедевтические, элективные курсы, новые формы итоговой аттестации обучающихся основной школы. В перспективе сдача основного государственного экзамена по химии обучающихся после девятого класса с использованием реального химического эксперимента, поэтому актуально применение на уроках демонстрационного эксперимента, способствующего в дальнейшем самостоятельному проведению обучающимися химических опытов по теме урока.

На данном этапе перед школой стоит задача развития личности, а это возможно, благодаря универсальным учебным действиям, которые дают возможность обучающимся самостоятельно усвоить новые знания. Данная мысль существовала десятки лет уже до внедрения образовательных стандартов второго поколения. Многие ученые старались отразить это в своих исследованиях (Н.Ф. Талызина, К.Д. Ушинский и др.) [3–4]. Концепция развития универсальных учебных действий разработана учеными (Л.С. Выготский, А.Г. Асмолов и др.) [5–6]. В.Н. Верховскому принадлежит разработка техники и методики демонстрационного и ученического эксперимента. В трудах известных методистов В.Н. Верховского, В.С. Полосина и др. исследована проблема эксперимента в методике обучения химии [7–8].

Несмотря на это, на сегодняшний день мало публикаций, предполагающих исследования по формированию познавательных универсальных учебных действий учащихся девятых классов на уроках химии средствами демонстрационного эксперимента. Спрос на такие исследования имеется, так как в условиях введения новых образовательных стандартов очень важно определить условия формирования познавательных УУД средствами демонстрационного эксперимента и выявить умения, которые являются критериями сформированности познавательных универсальных учебных действий.

Цель исследования: выявить особенность структуры влияния демонстрационного эксперимента на познавательные универсальные учебные действия учащихся в разных образовательных учреждениях.

Объект исследования: процесс формирования познавательных универсальных учебных действий девятых классов на уроках химии средствами демонстрационного эксперимента.

Предмет исследования: условия формирования познавательных универсальных учебных действий и критерии их сформированности на уроках химии в 9 классе с применением демонстрационного эксперимента.

Материалы и методы исследования

Площадкой для проведения исследования являлись следующие образовательные учреждения: ОШИ «IT-лицей К(П)ФУ» для одаренных детей г. Казани и МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского муниципального района Республики Татарстан. Изучение химии в восьмом, девятом классах ведется по учебно-методическому комплекту О.С. Габриеляна, учащиеся в конце учебного года сдают основной государственный экзамен по химии по выбору.

Мы проводили исследование для изучения формирования познавательных универсальных учебных действий учащихся девятых классов на уроках химии средствами демонстрационного эксперимента. Данное исследование проводилось в три этапа: констатирующий, формирующий и контрольный, на каждом этапе проводился мониторинг влияния демонстрационного эксперимента на познавательную деятельность обучающихся. Всего в исследовании принимало участие 50 обучающихся из ОШИ «IT-лицей К(П)ФУ» г. Казани и 9 обучающихся из МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского муниципального района Республики Татарстан в период с апреля 2018 г. по май 2019 г. Нужно отметить, что участниками контрольной группы стали одаренные обучающиеся девятого класса пяти параллелей из IT-лицея (50 человек), а экспериментальной группы – все обучающиеся девятого класса из одной параллели Алатской основной школы (малокомплектная сельская школа).

Констатирующий этап проводился в апреле 2018 г. на базе восьмых классов. Цель констатирующего этапа эксперимента заключалась в том, чтобы выявить исходный уровень сформированности познавательных универсальных учебных действий обучающихся восьмых классов. Учащихся МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского района РТ выбрали экспериментальной, а учащихся ОШИ «IT-лицей К(П)ФУ» для одаренных детей г. Казани – контрольной группой. Для этого были разработаны тестовые задания по химии, с учетом контрольно-измерительных материалов основного государственного экзамена.

Задания включали вопросы по следующим темам:

1) классы неорганических соединений;

2) признаки химических реакций;

3) задача по определению количества вещества, массы, объема.

После проведения данного этапа эксперимента мы проанализировали работы учащихся восьмых классов каждого образовательного учреждения. Обратили внимание на то, что часто встречаемые ошибки были в заданиях на мыслительную деятельность, что говорило о необходимости максимального применения на уроках демонстрационного эксперимента, что привело бы к повышению познавательных универсальных учебных действий у учащихся. Было решено, что в экспериментальной группе уроки будут проведены с сопровождением демонстрационного эксперимента, в контрольной группе уроки будут проведены с «мысленным» экспериментом (виртуальным).

Напомним, в ОШИ «IT-лицей К(П)ФУ» г. Казани обучаются одаренные дети из районов Республики Татарстан и регионов Российской Федерации. Обучение в лицее идет по «IT-направлению», несмотря на это, есть обучающиеся, которые выбирают профиль «химия» и после девятого класса сдают основной государственный экзамен, поступают в химико-биологические классы. Решили, что в этих условиях, только на этом этапе, будет использоваться «мысленный» эксперимент (виртуальный) по электронному изданию «Химия» (8–11 класс). В данном электронном издании представлено 150 химических опытов, которые предусмотрены для проведения и демонстрации на уроках химии по школьной программе. Дополнительно можно было использовать методическое пособие с электронным приложением «Уроки химии с применением информационных технологий. Металлы. 9 класс», чтобы знать структуру и содержание вариантов контрольно-измерительных материалов основного государственного экзамена, типы заданий и формы записи ответов [9].

Формирующий этап проводился с сентября 2018 г. по январь 2019 г. с теми же учащимися, которые продолжили обучение на базе девятого класса. Отметим, что с сентября 2018 г. экспериментальная группа (МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского района Республики Татарстан) обучалась по такой же программе, что и контрольная группа (ОШИ «IT-лицей К(П)ФУ» г. Казани), но на каждом уроке проводился демонстрационный эксперимент, у контрольной группы «мысленный» эксперимент. С целью проверки эффективности применения на уроках химии демонстрационных экспериментов, направленных на формирование познавательных универсальных учебных действий, провели повторную диагностику, как в контрольной, так и в экспериментальной группах. Для этого были использованы тестовые задания по химии, включающие вопросы по темам констатирующего этапа.

Контрольный этап проводился в апреле 2019 г. с учащимися выпускных девятых классов. Контрольный этап являлся заключительным этапом для проверки влияния демонстрационного эксперимента на формирование познавательных универсальных учебных действий у учащихся девятых классов. Экспериментальная группа – учащиеся девятого класса МБОУ Алатская «ООШ» Высокогорского муниципального района Республики Татарстан, контрольная группа – учащиеся девятых классов ОШИ «IT-лицей ФГАОУ ВО К(П)ФУ» для одаренных детей г. Казани. Для проведения контрольного этапа были разработаны новые задания в формате основного государственного экзамена, второй части, которые соответствовали заданиям 20, 21, 22, 23 контрольно-измерительных материалов (работа включала 4 задания уровней выше среднего и повышенной сложности).

Напомним, что для сдачи основного государственного экзамена предлагаются две модели, до настоящего времени практиковалась экзаменационная модель 1, которая предусматривала выполнение «мысленного эксперимента». С 2020 г. планируется введение экзаменационной модели 2, предусматривающую выполнение реального химического эксперимента (22, 23 задания). Задания представлены ниже, разбалловка заданий: 20 и 21 задания – 3 балла, 22 задание – 4 балла, 23 задание – 5 баллов (максимально 15 баллов).

И контрольная группа (учащиеся «ОШИ IT-лицей ФГАОУ ВО К(П)ФУ» для одаренных детей г. Казани), и экспериментальная группа (учащиеся девятого класса МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского района Республики Татарстан) решают все четыре задания, выполняют реальный химический эксперимент.

Вариант заданий, разработанный на основе стандартных контрольно-измерительных материалов для проведения контрольного этапа, представлен ниже.

20. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой

$$KI + KIO_3 + H_2SO_4 \Rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O.$$

Определите окислитель и восстановитель.

21. При сжигании сульфида железа (III) на воздухе образовалось 220 кг оксида железа (III). Какой объём воздуха (н.у.) для этого потребовался? Объёмная доля кислорода в воздухе составляет 21%.

22. Даны вещества: сульфат натрия, хлорид бария, растворы соляной кислоты, серной кислоты и аммиака. Вам также предоставлен комплект лабораторного оборудования, необходимого для проведения химических реакций.

Требуется получить хлорид аммония в результате проведения двух последовательных реакций. Выберите необходимые для этого реактивы из числа тех, которые Вам предложены.

Составьте схему превращений, в результате которых можно получить указанное вещество. Запишите уравнения двух реакций. Для второй реакции напишите сокращённое ионное уравнение реакции.

23. Ознакомьтесь с «Инструкцией по выполнению задания 4», прилагаемой к данному заданию [10].

Результаты исследования представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты контрольной группы

Классы	Баллы /номер задания/ количество учащихся			Балл за реальный эксперимент					Итого баллов (средний)
	0–3 балла	4–6 баллов	7–10 баллов	11–15 баллов					
	20	21	22	1	2	3	4	5	
9–1	3	3	3	2	2	3	1	1	14
9–2	4	2	3	3	3	1	2	0	13
9–3	2	2	4	3	4	1	0	0	8
9–4	7	4	2	5	4	4	0	0	10
9–5	2	4	5	2	2	5	2	0	12

Таблица 2

Результаты экспериментальной группы

Номер испытуемого	Баллы/номер задания			Балл за реальный эксперимент	Итого баллов
	0–3 балла	4–6 баллов	7–10 баллов	11–15 баллов	
	20	21	22	23	
Ученик 1	3	3	4	5	15
Ученик 2	3	3	3	5	14
Ученик 3	3	3	4	5	15
Ученик 4	2	1	2	5	10
Ученик 5	1	1	2	3	7
Ученик 6	2	1	2	3	8
Ученик 7	2	2	3	4	10
Ученик 8	3	3	4	5	13
Ученик 9	2	2	3	4	11

Результаты исследования и их обсуждение

Интерпретация и анализ результатов заданий по трем темам (классы неорганических соединений; признаки химических реакций; задача по определению количества вещества, массы, объема) констатирующего и формирующего этапов эксперимента свидетельствует о том, что у обучающихся формируются познавательные универсальные учебные действия. Данные результаты позволяют судить о том, что применение демонстрационных экспериментов приводит к повышению познавательных универсальных учебных действий (рис. 1, 2).

На контрольном этапе проверка влияния демонстрационного эксперимента на формирование познавательных универсальных учебных действий у учащихся девятых классов показала, что демонстрационный эксперимент способствует подготовке обучающихся к самостоятельному выполнению химических экспериментов, служит эффективным средством формирования основных понятий при подготовке к государственной итоговой аттестации [11–12]. Разработанные задания в формате основного государственного экзамена (вторая часть), включали 4 задания, различных уровней (выше среднего и повышенной сложности). И контрольная группа (учащиеся «ОШИ IT-лицей ФГАОУ ВО К(П)ФУ» для одаренных детей г. Казани), и экспериментальная группа (учащиеся девятого класса МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского района Республики Татарстан) решают все четыре задания, выполняют реальный химический эксперимент.

Результаты исследования представлены на рис. 3, 4.

Заключение

Проведя констатирующий этап в двух образовательных учреждениях, в контрольной и экспериментальной группах, выяснили, что наибольшие ошибки были допущены в заданиях на мыслительную деятельность, на признаки химических реакций.

На формирующем этапе эксперимента выявили положительную динамику формирования познавательных универсальных учебных действий учащихся экспериментальной группы (МБОУ «Алатская ООШ» Высокогорского района РТ) с применением демонстрационного эксперимента.

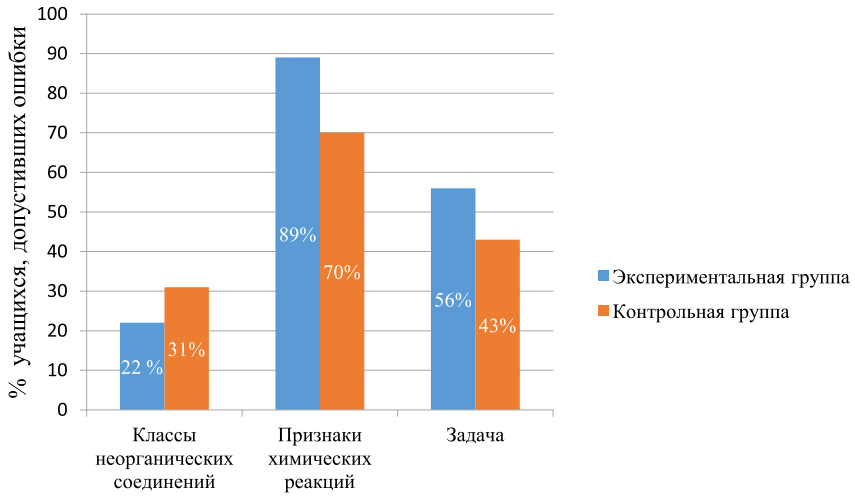


Рис. 1. Результаты опроса по заданиям (три вопроса) экспериментальной и контрольной групп на констатирующем этапе

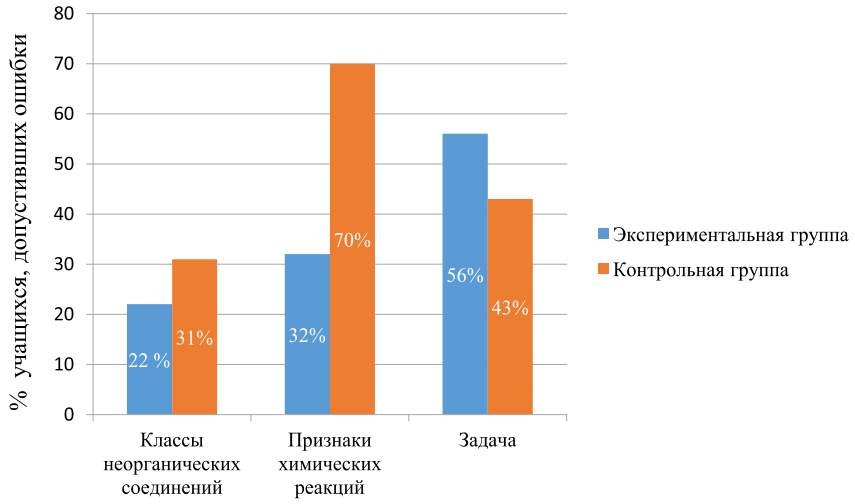


Рис. 2. Результаты опроса по трем заданиям (три вопроса) экспериментальной и контрольной групп на формирующем этапе

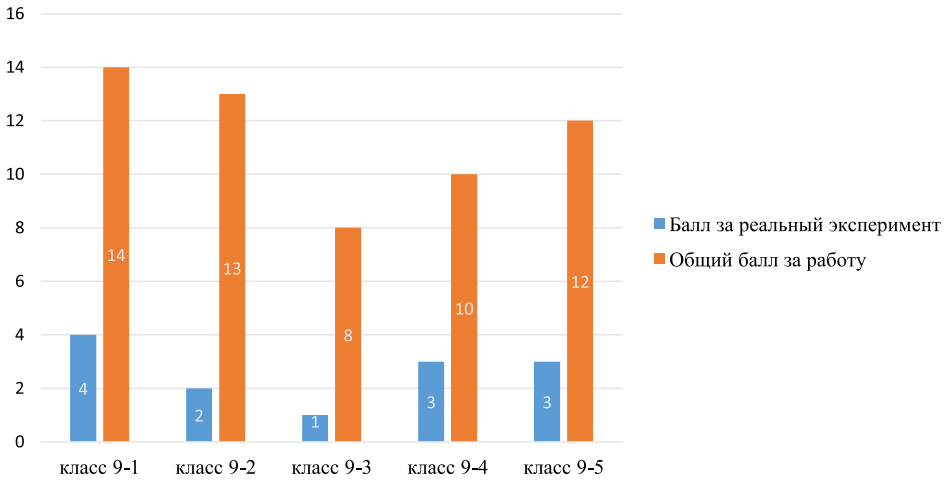


Рис. 3. Результаты учащихся ОШИ «IT-лицей ФГАОУ ВО К(П)ФУ» (контрольная группа) на контрольном этапе

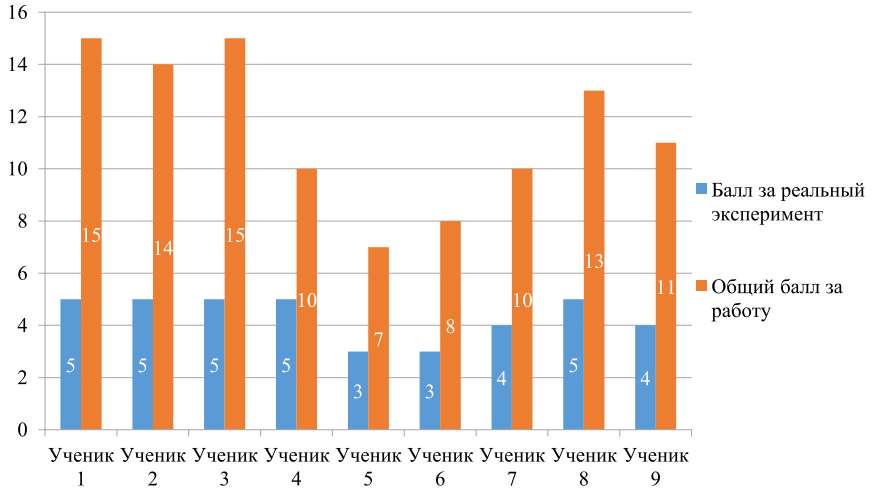


Рис. 4. Результаты учащихся МБОУ «Алатская ООШ» (экспериментальная группа) на контрольном этапе

Результаты контрольного этапа свидетельствуют о том, что у обучающихся экспериментальной группы формируются познавательные универсальные учебные действия. Также было отмечено, что и у контрольной группы наблюдаются умения, которые являются критериями сформированности познавательных универсальных учебных действий: произвольное и осознанное владение общими приемами решения задач; осуществление поиска нужной информации для выполнения сложных заданий; умение выбирать оптимальные способы решения задач в зависимости от заданных условий. Нужно отметить, что обучающиеся экспериментальной группы отлично справились с реальным химическим экспериментом, что требовалось доказать. В целом и контрольная группа (обучающиеся IT-лицея для одаренных детей) показала неплохой результат. Было доказано, что для успешного выполнения практических заданий необходим опыт проведения демонстрационного эксперимента на уроках химии.

Полученные результаты в нашем исследовании позволяют судить о том, что применение демонстрационного эксперимента приводит к повышению познавательных универсальных учебных действий у учащихся на уроках химии. Результаты исследования могут использовать учителя при подготовке учащихся к государственной итоговой аттестации (основной государственный экзамен) с реальным химическим экспериментом.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897). [Электронный ресурс]. URL: https://portal.iv-edu.ru/dep/mouorodnrn/rodrn_kaminsk/commondocs/ФГОС/ФГОС_ООО.pdf (дата обращения: 25.05.2019).

2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413). [Электронный ресурс] URL: http://www.turobr.ru/filestore/ФГОС/ФГОС%20среднего%20(полного)%20общего%20образования%20(10-11%20кл.).pdf (дата обращения: 25.05.2019).

3. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология: учеб. для студ. сред. учеб. заведений. 8-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 288 с.

4. Ушинский К.Д. Педагогика. Избранные работы. 2-е изд., стер. М.: Издательство Юрайт, 2017. 284 с.

5. Выготский Л.С. Мышление и речь. 2-е изд. Серия: Мастера психологии. СПб.: Питер, 2017. 432 с.

6. Асмолов А.Г. Психология личности: культурно-историческое понимание развития человека. 3-е изд., испр. и доп. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2007. 528 с.

7. Верховский В.Н., Смирнов А.Д. Техника химического эксперимента: пособие для учителей. В 2 т. Т. 1. М.: Просвещение, 1973. 367 с.

8. Полосин В.С., Прокопенко В.Г. Практикум по методике преподавания химии. М.: Просвещение, 1989. 224 с.

9. Солдатова Т.М. Уроки химии с применением информационных технологий. Металлы. 9 класс. Методическое пособие с электронным приложением. М.: Планета, 2014. 288 с.

10. ФИПИ. Открытый банк заданий ОГЭ. [Электронный ресурс]. URL http://fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-oge (дата обращения: 25.05.2019).

11. Гильманшина С.И., Халикова Ф.Д. Педагогические условия профильного обучения в условиях непрерывного химического образования // Фундаментальные исследования. 2014. № 1. С. 115–118.

12. Халикова Ф.Д. Концепция практико-ориентированного обучения химии одаренных детей в системе непрерывного химического образования // Казанский педагогический журнал. 2018. № 1. С. 18–21.

УДК 37.035:379.82

КВЕСТ-ТЕХНОЛОГИЯ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ДОСУГА МОЛОДЕЖИ В СЕЛЬСКОЙ СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ СРЕДЕ

Харьковская Е.В., Штанько Е.С., Ефремова П.И.

ГБОУ ВО «Белгородский государственный институт искусств и культуры», Белгород, e-mail: elena.xarkovskaya@mail.ru

В статье идет речь о проблеме удовлетворенности сельской молодежи своим досугом. Авторы статьи акцентируют внимание на том, что проблема модернизации досуга молодежи на селе выступает в настоящее время как стратегическая задача общества. Подчеркивается, что одной из первостепенных задач современного сельского учреждения культуры является предоставление возможности творческого переосмысления и систематизации знаний и навыков современной молодежи. С целью выявления социокультурных потребностей молодых людей в сельской местности авторами статьи проведено анкетирование на базе Черноолешенского сельского клуба в селе Черный Олех и с. Осипова Лука, в ходе которого выяснилось, что молодежь чаще всего в свое свободное время занимается просмотром телевидения и использует сеть Интернет. Благодаря всемирной сети, на данный момент сельская молодежь практически ничем не отличается от молодежи города, которой, однако, доступно большее количество форм досуга. Таким образом, для того чтобы избежать оттока молодежи из села, Черноолешенский СК создает все условия для удовлетворения досуговых потребностей современной молодежи. Перспективная цель сельского учреждения культуры – предоставить возможность молодежи села пользоваться инновационными и передовыми формами досуга. В ходе исследования авторами разработан проект квест-комнаты «В мире книги» для активизации досуга молодежи. Реализация данного проекта обеспечила молодежь сельской социокультурной среды такой инновационной формой досуга, как квест-комната. Таким образом, применение квестов как инновационной формы организации досуга молодежи в социально-культурной деятельности учреждений культуры в настоящее время является актуальным. Квесты решают ряд социальных и психологических проблем и являются прекрасной интеллектуальной и развивающей игрой.

Ключевые слова: социально-культурная деятельность, квест-технология, молодежь, село, свободное время, культура, учреждения культуры, дома культуры, квест-комната, досуг, социокультурная среда, инновационные формы

QUEST-TECHNOLOGY AS A METHOD OF ACTIVIZING YOUNG LEISURE LEISURE IN A RURAL SOCIO-CULTURAL ENVIRONMENT

Kharkovskaya E.V., Shtanko E.S., Efremova P.I.

Belgorod State Institute of Arts and Culture, Belgorod, e-mail: elena.xarkovskaya@mail.ru

The article deals with the problem of satisfaction of rural youth with their leisure time. The authors of the article focus on the fact that the problem of modernizing the leisure of youth in the countryside is currently acting as a strategic task of society. It is emphasized that one of the paramount tasks of a modern rural cultural institution is to provide the opportunity for creative rethinking and systematization of the knowledge and skills of modern youth. In order to identify the socio-cultural needs of young people in rural areas, the authors of the article conducted a survey on the basis of the Chernoleshensky village club in the village of Cherny Olekh and s. Osipova Luka. In the course of which it became clear that young people most often in their free time watch television and use the Internet. Thanks to the worldwide network, at present the rural youth is practically no different from the youth of the city, which, however, has more forms of leisure available. Thus, in order to avoid the outflow of youth from the village, the Chernoleshensky SC creates all conditions for satisfying the leisure needs of modern youth. The long-term goal of the rural cultural institution is to provide rural youth with the opportunity to use innovative and advanced forms of leisure. During the study, the authors developed a project of the quest room «In the world of the book» to enhance youth leisure. The implementation of this project provided the youth of the rural sociocultural environment with such an innovative form of leisure as a quest room. Thus, the use of quests as an innovative form of organizing youth leisure in the socio-cultural activities of cultural institutions is currently relevant. Quests solve a number of social and psychological problems, and are an excellent intellectual and educational game.

Keywords: socio-cultural activities, quest technology, youth, village, free time, culture, cultural institutions, houses of culture, quest room, leisure, socio-cultural environment, innovative forms

В настоящее время проблема организации культурного досуга молодежи особенно остро стоит перед обществом, о ней много говорят взрослые и молодые. Если посмотреть, как большинство молодежи проводит свой досуг, то становится горько и грустно на душе. Досуг молодежи в современной жизни очень важен, в век нанотехнологий сложно привлечь внимание молодежи к чему-либо интересному.

Особенно остро стоит вопрос об организации досуга сельской молодежи. В сельской местности для молодежи досуг организуют в основном только сельские Дома культуры в рамках различных любительских объединений и кружков. Сельские Дома культуры в жизни сельской молодежи заменяют отсутствие театров, картинных галерей, кинотеатров, филармоний, концертных залов и других городских

типов учреждений. Можно с уверенностью сказать, что сельские Дома культуры являются в настоящее время центрами досуга для молодежи в сельской культурной среде [1, с. 20].

Для того чтобы заинтересовать современную молодежь, необходимо включать в деятельность сельских учреждений культуры инновационные формы работы с данной категорией населения. Одной из инновационных форм организации досуга молодежи на селе может стать квест-технология, так как квесты способствуют воспитанию и развитию качеств личности, отвечающих требованиям современного информационного общества [2].

В настоящее время методика квест-игры все шире используется в сфере организации досуга, но чаще квесты используются в образовательной и туристической сфере. Поэтому применение квестов в социально-культурной сфере на данный момент времени является актуальной. Квесты решают ряд социальных и психологических проблем и являются прекрасной интеллектуальной и развивающей игрой [3].

Цель исследования: изучение квест-технологии как способа активизации досуга молодежи в сельской социокультурной среде и разработка квест-проекта «В мире книги».

Материалы и методы исследования

Методы исследования: теоретические – анализ научной, социологической, культурологической, педагогической и психологической литературы; эмпирические – наблюдение, сравнение, контент-анализ, анкетирование.

Во все времена предпочтительной формой досуга молодых людей является отдых и развлечения, изменения в образе жизни юношей и девушек проявляются и прослеживаются ярче всего в сфере отдыха и развлечений [4, с. 29].

Совершенно особая ситуация складывается в наше время в сельской местности. Сейчас особенно ярко стала проявляться тенденция оттока молодежи в город, что в недалеком будущем может повлиять на вымирание традиционной сельской жизни. Одной из первостепенных задач современного сельского учреждения культуры является предоставление возможности творческого переосмысления и систематизации знаний и навыков современной молодежи.

В этой связи работники культурно-досуговых учреждений в сельской местности должны учитывать специфику и особенности территории при организации мероприятий для молодежной аудитории.

Юноши и девушки сегодня сами избирают стиль жизни, поэтому инновационные формы работы в современном культурно-досуговом учреждении на селе должны удовлетворять потребности сельской молодежи в разнообразном досуге.

Структура досуга молодежной аудитории постоянно меняется и растет, и учреждения культурно-досугового типа должны подстраиваться под меняющиеся вкусы и досуговые предпочтения молодых людей. Основой такой работы должен стать дифференцированный подход к досугу молодежи, Учреждение культуры в сельской социокультурной среде является не только местом отдыха, но и центром просветительской и воспитательной деятельности. В арсенале менеджера социально-культурной деятельности существует множество технологий, помогающих в реализации этих задач [5, с. 73].

Одной из них является квест-технология. У молодежной аудитории в настоящее время, подростков среднего и старшего школьного возраста, появляется множество новых хобби и увлечений: компьютерные игры, приключенческие боевики, экшн-адвенчуры и другие жанровые спецификации. Поэтому использование таких жанров, пользующихся популярностью среди молодежи в современном культурно-досуговом учреждении, может позволить молодым людям не только приобретать положительные эмоции в процессе квест-игры, но и развивать их интеллектуальные способности. Кроме того, такие игры помогают сформировать культуру командного взаимодействия, развить навыки коммуникации и общения с другими игроками. Молодежь в процессе квест-игр самореализуется, раскрывает свой потенциал и профессиональное самоопределение [6, с. 151].

Таким образом, квест-технология может стать одним из основных способов активизации досуга молодежи в сельской социокультурной среде, так как на данном этапе пользуется популярностью у молодежи.

К сожалению, в настоящее время в большинстве сел и деревень нашей страны недостаточно внимания уделяется досугу молодежи. Особенно данная тенденция ярко проявляется в малонаселенных деревнях, где отсутствует обширная социокультурная работа. Для анализа социокультурной ситуации в селе в рамках исследования мы рассмотрели с. Черный Олех Курской области Суджанского района.

В с. Черный Олех численность населения составляет 285 человек, из них 30% составляет молодежь в возрасте от 15 до 24 лет. Единственным центром культуры и досуга в данном населенном пункте является Черноолешенский сельский клуб, филиал МКУК «Воробжанский ЦСДК».

Черноолешенскиий сельский клуб осуществляет следующие основные виды деятельности:

1) организация и проведение культурно-массовых (культурно-досуговых и информационно-просветительских) и развлекательных мероприятий;

2) создание и организация работы творческих объединений и клубных формирований;

3) патриотическое и духовно-нравственное воспитание школьников и молодежи.

Но, к сожалению, в данном учреждении культуры мало уделяется внимания инновационным формам работы с молодежью, поэтому организация квест-комнаты на литературную тематику будет являться одним из актуальных решений проблемы незаинтересованности молодежи в жизни сельского клуба.

В ходе исследования нами был проведён опрос среди населения с. Черный Олех, с целью выявления социокультурных потребностей молодых людей в сельской местности. В опросе приняло участие 100 человек. Анкетный опрос проводился на основе предварительно разработанной анкеты на тему «Выявление социокультурных потребностей молодежи в сельской местности».

Цель анкетного опроса: выявить социокультурные потребности молодежи в сельской социокультурной среде.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате анкетирования были получены следующие данные:

В с. Черный Олех проживает 285 человек. В том числе дети – 47 человек, молодежь – 73, взрослые – 94, пожилые – 71 (рис. 1).

Таким образом, из диаграммы видно, что доля молодежного населения с. Черный Олех составляет 26 % от общей доли населения. Это вторая по численности категория населения в с. Черный Олех, поэтому целесообразно уделять ей пристальное внимание со стороны работников учреждения культуры.

Согласно проведенному опросу среди молодежи, наиболее популярным способом свободного времяпровождения среди молодежи с. Черный Олех являются встречи с друзьями (30 %). От молодежи исходит желание общаться, проводить свое свободное время в кругу сверстников. Довольно большую долю свободного времени у молодежи занимает просмотр телепередач, видеофильмов и интернета (36 %). Одна из предпочтительных форм проведения досуга молодежи – отдых на природе, хобби (20 %). Отметили, что посещают театр и кино, только 10 % молодежи. Отдыхать, ничего не делая, предпочитает 4 % молодежи.

На вопрос «Откуда вы получаете необходимую вам информацию» были получены следующие ответы: основным информационным источником для большинства молодых людей с. Черный Олех является интернет (52 %). Это связано, прежде всего, с тем, что молодежь вне зависимости от места проживания, является активным пользователем сети Интернет.

Именно поэтому сельская молодежь, используя интернет, имеет такое же интеллектуальное и культурное развитие, как и городская молодежь. Из этого следует, что молодые люди сельской социокультурной среды также нуждаются в новых инновационных формах досуга, которые, к сожалению, редко используются в сельских культурно-досуговых учреждениях.

Второй по популярности источник получения информации в молодежной среде – телевидение (28 %). Получает информацию по радио, из газет, от друзей и знакомых 20 % всей молодежи. К сожалению, никто из респондентов не назвал в числе своего досуга чтение.

В настоящее время чтение постепенно перестает быть одним из самых главных средств усвоения духовных ценностей и знаний. Особенно эта ситуация проявляется среди молодежи, которые заменяют книги на социальные сети или телевидение [7, с. 47] (рис. 2).

В результате проведения данного опроса оказалось, что молодежь чаще всего в свое свободное время занимается просмотром телевидения и использует сеть Интернет. Благодаря всемирной сети, на данный момент сельская молодежь практически ничем не отличается от молодежи города, которой, однако, доступно большее количество форм досуга.

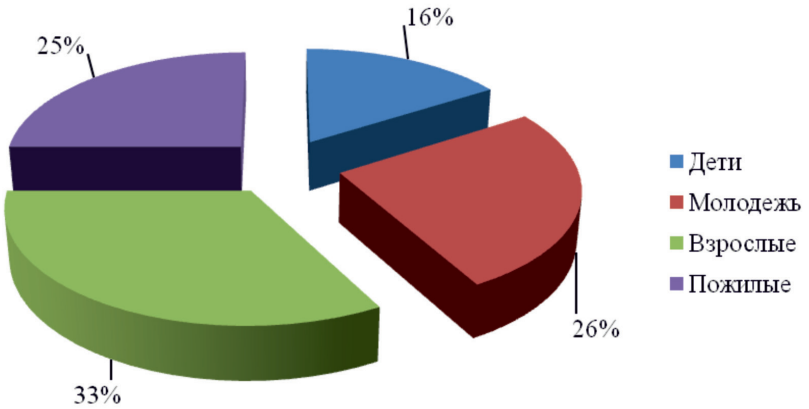


Рис. 1. Демографическая ситуация в с. Черный Олех

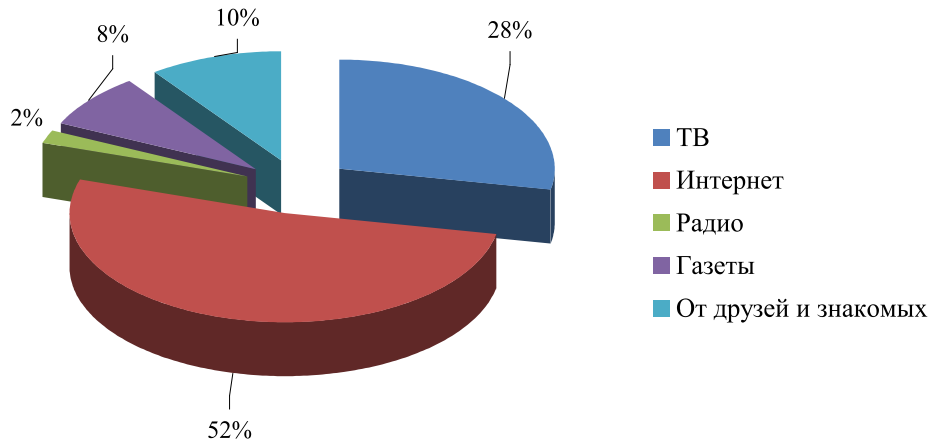


Рис. 2. Результаты ответа на вопрос «Откуда вы получаете информацию?»

Таким образом, для того чтобы избежать оттока молодежи из села, Черноолешенский СК создает все условия для удовлетворения досуговых потребностей современной молодежи. Перспективная цель сельского учреждения культуры – предоставить возможность молодежи села пользоваться инновационными и передовыми формами досуга.

Одной из таких форм, популярных у молодежи в настоящее время, является квест-игра. При использовании данной технологии молодежь, несомненно, будет проявлять больший интерес к деятельности сельского клуба и посещать его с большей частотой.

Проблема активизации молодежи в сельской социокультурной среде имеет очень большое значение в наше время, так как все чаще наблюдается отток молодежи из села. Это происходит во многом потому, что в сельской местности молодым людям сложно себя реализовать, в деревнях и селах отсутствуют интересные и инновационные виды досуга, которыми так интересуется современная молодежь [8, с. 437].

К сожалению, в большинстве сел Суджанского района Курской области до сих пор ничего не делается, чтобы решить проблему незаинтересованности молодежи в социокультурной жизни своих населенных пунктов.

Исходя из этого, первоочередной задачей сельского учреждения культуры будет являться предоставление сельской молодежи возможности потреблять те же культурные продукты, что и молодым людям городской среды. Одной из таких инновационных форм досуга, которая пользуется большой популярностью среди молодежи, является квест [9, с. 16].

С целью повышения интереса молодежи к чтению нами был разработан проект квест-комнаты «В мире книги» по активизации досуга молодежи в сельской социокультурной среде.

В квест-комнате будут проводиться квесты на литературную тематику. Литературная тематика квестов будет способствовать интеллектуальному развитию сельской молодежи, которая, по результатам проведенного нами исследования, практически не читает книги, предпочитая получать информацию иными путями (интернет, телевидение).

Цель проекта: создание квест-комнаты.

Задачи проекта:

– обеспечить молодежь с. Черный Олех инновационной формой досуга;

– сделать квест-комнату доступной для жителей села;

– увеличить посещаемость сельского клуба молодежью;

– увеличить заинтересованность молодежи в литературе.

Квест-комната «В мире книги» будет являться филиалом МКУК «Воробжанский ЦСДК», что дает возможность использования помещения Черноолешенского сельского клуба.

Работа квест-комнаты «В мире книги» будет ориентирована на молодежь с. Черный Олех и близлежащие населенные пункты: д. Будище, д. Саморядово, с. Воробжа, с. Нижнемахово, а также с. Уланок, д. Белица и с. Щеголек. Квест-комната сможет стабилизировать ситуацию на досуговом рынке двух районов – Суджанского и Боль-

шесолдатского. Репертуарная политика квест-комнаты каждый месяц будет меняться, представляя различных русских писателей.

Основные виды деятельности, осуществляемые квест-комнатой «В мире книги»:

– организация и обеспечение квестов для молодежи с. Черный Олех и близлежащих сел;

– организация квестов для МКОУ «Воробжанская средняя общеобразовательная школа» по школьной программе;

– совместная работа с Черноолешенской библиотекой для увеличения популярности книг среди молодежи.

Следующий шаг в разработке проекта – это составление репертуарной политики. Каждая квест-комната будет оформлена загадками и головоломками о жизни писателя и его биографии, участникам необходимо догадаться, кто из русских писателей находился в этой комнате и чем занимался.

В ходе реализации проекта планируются встречи с деятелями культуры и искусств, небольшие лекционные материалы по тематике показа, мастер-классы, встречи с известными людьми Курской и Белгородской областей и т.д.

Конкуренция в двух районах (Большесолдатском и Суджанском) отсутствует. Отсюда можно сделать вывод, что услуги квест-комнаты «В мире книги» будут востребованы на рынке культурно-досуговых услуг. Одними из главных преимуществ являются: место расположения квест-комнаты, а именно нахождение села на границе двух густонаселенных районов, конкретная направленность на определенного участника, а именно молодежь данных населенных пунктов:

– село Черный Олех;
– деревня Будище;
– деревня Саморядово;
– село Воробжа;
– село Нижнемахово;
– село Уланок;
– деревня Белица;
– село Щеголек.

Методы и формы работы, применяемые в проекте:

– имитационные и ролевые игры;
– элементы групповой дискуссии;
– беседа и объяснение;
– решения проблемных ситуаций;
– метод творческих преобразований;
– дизайн-мышление;
– латеральное мышление.

Данный проект поможет удовлетворить потребность в организации квестов и свободного времени молодежи, предоставляя им инновационные и востребованные формы досуга, привлечь большее число желающих участвовать в социокультурной жизни села.

Все вышеизложенное позволяет нам сделать вывод о том, что молодежь гораздо эффективнее развивает свои личные и лидерские качества в процессе прохождения квестов. Квест-игры вызывают у молодых людей неподдельный интерес, и знания, добытые в процессе практики, лучше усваиваются юношами и девушками [10, с. 60]. Именно поэтому такие инновационные технологии работы с молодежью, как квесты, оказывают положительное влияние на работу сельских учреждений культуры и население и являются эффективным методом работы в сельской социокультурной среде [11, с. 20].

Заключение

В современном мире одной из первостепенных задач сельского учреждения культуры является предоставление возможности творческого переосмысления и систематизации знаний и навыков современной молодежи. Учреждение культуры в сельской социокультурной среде является не только местом отдыха, но и центром просветительской и воспитательной деятельности [12]. В арсенале менеджера социально-культурной деятельности существует множество технологий, помогающих в реализации этих задач. Одной из них является квест-технология.

Таким образом, применение квестов как инновационной формы организации досуга молодежи в социально-культурной деятельности учреждений культуры в настоящее время является актуальной. Квесты решают ряд социальных и психологических проблем и являются прекрасной интеллектуальной и развивающей игрой [13]. Они помогают тренировать такие важные личностные качества, как активность, инициативность, силу воли, решительность и спокойствие в форс-мажорных обстоятельствах, стремление к успеху.

Список литературы

1. Азарова Р.Н. Досуг современной молодежи // Внешкольник. 2015. № 10. С. 19–21.

2. Farreny J.A. Webquests and Blogs: Web-based Tool for EFL Teaching. [Electronic resource]. URL: http://www.apac.es/publications/documents / Webquest_weblog_paper.pdf (date of access: 27.08.2019).

3. Kaivola T., Salomaki T., Taina J. In quest for better understanding of student learning experiences. Procedia – Social and Behavioral Sciences 2016. № 46. P. 8–12. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.05.057.

4. Азарова Р.Н. Педагогическая модель организации досуга обучающейся молодежи // Педагогика. 2015. № 1. С. 27–32.

5. Колядина Ю.М. Сельская среда как фактор формирования нравственно-эстетической культуры подростков в современных условиях // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2016. Вып. 25. С. 70–73.

6. Чистякова К.В. Причины популярности квестов как формы досуга современных россиян // Человек в мире культуры. 2016. № 2. С. 148–150.

7. Лимощенко Л.С. Роль сельских учреждений культуры в патриотическом воспитании молодежи // Научные исследования и разработки студентов: материалы IX международной студенческой научно-практической конференции. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс, 2019. С. 45–47.

8. Харьковская Е.В., Посохова Н.В., Калашникова Н.Н. Актуализация духовно-нравственных ценностей молодежи в социально-культурной среде малых городов // Бизнес. Образование. Право. 2019. № 2. С. 435–440.

9. Алексеева Н.Д. Квест-экскурсия как инновационная форма экскурсионной деятельности // Вектор науки ТГУ. 2015. № 1 (20). С. 14–17.

10. Безродных Т.В. Интерактивные технологии в вузе – технологии формирования социально-педагогической компетентности студента // Проблемы современного педагогического образования. 2016. № 52–5. С. 58–65.

11. Каравка А.А. Урок-квест как педагогическая информационная технология и дидактическая игра, направленная на овладение определёнными компетенциями // Мир науки. 2015. № 3. С. 20–22.

12. Жаркова Л.С. Культурно-досуговая деятельность: теория, практика и методика научных исследований. М.: МГУК, 2017. 110 с.

13. Niculescu R.M., Norel M. Religious education an important dimension of human's education. Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2013. № 93. P. 338–342.

УДК 377.5

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С ЦЕЛЬЮ РЕАЛИЗАЦИИ КВАЗИПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Щербинина Ю.В.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул, e-mail: mizina_yuliya@mail.ru

В статье рассмотрены особенности, отражающие специфику учреждений среднего профессионального образования. Охарактеризованы возможности преподавания общеобразовательных дисциплин в контексте профессиональной деятельности. Представлен деятельностный компонент реализации Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) на этапе профессионального образования. Рассмотрены основные подходы, реализуемые в основном общем образовании. Обоснована роль квазипрофессиональной деятельности в осуществлении перехода от учебной деятельности обучающихся на первых курсах обучения к учебно-профессиональной на последних курсах. Представлена система задач профессиональной направленности, посредством которой осуществляется подготовка студентов к решению квазипрофессиональных задач. Приведены математические задачи, условия и требования которых раскрываются через профессиональный объект; а также задачи, в сюжетах которых используются профессиональные понятия, описываются электротехнические процессы, требуется нахождение технических характеристик объекта дальнейшей профессиональной деятельности. Рассмотрена важность использования справочных материалов и таблиц, применяемых в дальнейшей профессиональной деятельности, при изучении дисциплин общеобразовательного блока. Охарактеризованы особенности необходимости формирования квазипрофессиональной деятельности обучающихся при изучении дисциплин общеобразовательного блока, в связи с тем, что при обучении дисциплинам профессионального блока эта деятельность получает свое развитие, превращаясь в учебно-профессиональную при подготовке учебных проектов, выполнении дипломных работ.

Ключевые слова: деятельность, квазипрофессиональная деятельность, квазипрофессиональная задача, Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС)

CLASSIFICATION OF APPLIED TASKS FOR THE IMPLEMENTATION OF QUASI-PROFESSIONAL ACTIVITIES IN THE SYSTEM OF SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION

Shcherbinina Yu.V.

Altai State Pedagogical Universit, Barnaul, e-mail: mizina_yuliya@mail.ru

The article describes the features that reflect the specifics of institutions of secondary vocational education. The characteristics of teaching general education disciplines in the context of professional activity are described. The activity component of the implementation of the Federal State Educational Standard (GEF) at the vocational education stage is presented.Considered the main activities of students. The role of quasi-professional activities in the implementation of the transition from the educational activities of students in the first year of study to the educational and professional in the last year is substantiated. A system of professional-oriented tasks is presented, through which students are trained to solve quasi-professional tasks. Mathematical tasks are given the condition and the requirement of which is revealed through a professional object; as well as tasks in the plots of which professional concepts are used, electrotechnical processes are described, the technical characteristics of the object of future professional activity are required. The importance of using reference materials and tables used in future professional activities in the study of general educational disciplines is considered. The importance of the formation of quasi-professional activities of students in the study of general education disciplines has been characterized, since in teaching professional disciplines this activity is developed, turning into an educational-professional one in preparing educational projects, carrying out course and diploma works and passing production practices.

Keywords: activity, quasi-professional activity, quasi-professional task, Federal State Educational Standard (GEF)

Необходимость разработки и внедрения эффективных технологий в образовательном процессе среднего профессионального образования обусловлена реализацией перехода на Федеральные государственные образовательные стандарты, с одной стороны, и снижением уровня математической подготовки и мотивации обучающихся, с другой. Остановимся подробнее на особенностях, характеризующих учреждения среднего профессионального образования (СПО), в частности: характеристика набора абитуриентов; преемственность в преподавании дисциплин общеобразовательного и специального блоков; а также возможности преподавания специальных дисциплин на высоком теоретическом уровне.

В статьях, освещающих наше исследование, мы описали ряд особенностей, характерных для учреждений СПО. Считаем выделенные и рассматриваемые нами данные особенности определяющими в выборе подходов и методик работы в рамках реализации Федеральных государственных

образовательных стандартов. Остановимся подробнее на некоторых из них. Одной из характерных особенностей, отражающих специфику условий преподавания в среднем профессиональном образовании, является контингент обучающихся в техникумах и колледжах. Получив основное общее образование, выпускники школ принимают решение продолжить обучение в учреждениях среднего профессионального образования. Считаем, что одной из причин такого выбора является возможность избежать прохождения итоговой аттестации в форме ЕГЭ. Некоторым образом это свидетельствует о сравнительно невысоком уровне теоретической подготовки тех обучающихся, которые следуя данной логике, определяются с выбором в возрасте 15–16 лет и приходят получать профессиональное образование в техникуме или колледже [1, с. 52–55].

Поскольку переход на Федеральные государственные образовательные стандарты происходит постепенно на всех уровнях образования, то абитуриенты, получившие неполное среднее образование уже по новым стандартам, будут поступать в учреждения среднего образования в 2020 г. Известно, что в образовательных учреждениях реализуются подходы, имеющие общую идейную и психологическую основу – теорию деятельности: в основном общем образовании это системно-деятельностный подход, а в профессиональном образовании – компетентностный подход. Рассмотрим интеграцию компетентностно-контекстного и деятельностного подходов для формирования квазипрофессиональной деятельности в системе среднего профессионального образования. Средством реализации квазипрофессиональной деятельности мы избрали использование квазипрофессиональных задач в среднем профессиональном образовании. Целью исследования является классификация прикладных задач для развития квазипрофессиональной деятельности в системе среднего профессионального образования.

Рассмотрим деятельностный компонент реализации ФГОС на этапе профессионального образования. Согласно А.А. Вербицкому, одной из основных целей профессионального образования является формирование целостной структуры будущей профессиональной деятельности обучаемого. Переход от учебной деятельности к профессиональной – процесс, требующий особого внимания. А.А. Вербицкий (в 1991 году!) предложил технологию знаково-контекстного (или контекстного) обучения, внедрение которой позволяет расширить возможности учебного процесса в рамках профессионального обучения. В условиях реализации компетентностного подхода считаем эффективным использование технологии контекстного обучения. Она позволяет преподавание общеобразовательных дисциплин в профессиональном образовании трактовать в контексте профессиональной деятельности, максимально погружая в профессию, в том числе посредством: организации работы с профессиональными терминами; использования задач, сюжет которых раскрывается через профессиональный объект; работы с таблицами, содержащими характеристики профессиональных объектов, и т.д.

Остановимся подробнее на одном из важнейших средств реализации технологии контекстного обучения – на задаче. Л.М. Фридман в книге «Логико-психологический анализ школьных учебных задач» предлагает сделать задачи объектом специального изучения, предполагающего рассмотрение задач как особых систем, имеющих определённую структуру. В педагогических и психологических исследованиях существуют различные подходы к пониманию термина «задача» (И.Я. Лернер, Д. Пойя, Г.А. Балл, В.А. Сластёнин, Ю.М. Колягин, Л.М. Фридман). Многие ученые-педагоги давно обратились к исследованию задач разного типа и с разными целями в своих работах (И.К. Журавлев, М.А. Данилов, В.И. Загвязинский, Ю.М. Колягин, Л.М. Фридман и др.). И.Я. Лернер считает, что необходимым признаком всякой задачи является наличие цели решения, диктуемой требованием задачи (И.Я. Лернер). Ю.М. Колягин выделяет группу исследований, авторы которых считают термины «упражнение», «вопрос», «задача» синонимами. В таких исследованиях понятие задачи отождествляется с понятием процесса её решения. Ю.М. Колягин и В.А. Оганесян под понятием «задача» понимают и текстовую задачу, и уравнение, и вычислительный пример. Л.М. Фридман и Е.Н. Турецкий считают, что задача представляет собой требование или вопрос, на который надо найти ответ, опираясь и учитывая те условия, которые указаны в задаче. В своём исследовании для определения понятия «задача» рассмотрим две стороны её понимания. Объективная и субъективная стороны понимания термина «задача» позволяют глубже изучить это понятие. Первое понимание этого термина: «задача» – есть объективно существующая задача, с определённой структурой, основными этапами решения и математической моделью. По мнению Ю.М. Колягина, задача существу-

ет независимо от того, действует ли человек в направлении её решения или нет [2, с. 51]. Второе понимание термина «задача» обусловлено той личностью, которая анализирует задачу, переводит её условие и требование с естественного языка на математический, т.е. создаёт математическую модель задачи, а также выполняет все этапы её решения. При рассмотрении задачи с объективной стороны за основу возьмём определение Г.А. Балла, который определяет задачу как систему. Нам представляется полезной такая формулировка понятия «задача», поскольку система, в том числе и задача как система, включает в себя множество компонентов, связанных отношениями. Рассмотрение задач с такой стороны позволяет качественнее проводить анализ задачи.

Вернёмся к деятельностному компоненту образовательного процесса среднего профессионального образования. Профессиональное образование характеризуется переходом от учебной деятельности обучающихся на первых курсах обучения к учебно-профессиональной на последних курсах (в том числе производственная практика, курсовое и дипломное проектирование). Считаем возможным использование такого инструмента, как задача, на всех этапах обучения. Существуют различные виды задач: «прикладные», «содержащие профессиональные понятия», «квазипрофессиональные», «прикладные задачи в области профессиональной деятельности» (данная формулировка указана в Федеральном государственном образовательном стандарте) и т.д. Среди всех видов задач Ю.М. Колягин выделяет прикладные задачи, Юрий Михайлович характеризует такие задачи тем, что в ходе их решения приходится переходить от реальной ситуации к математическому описанию, строить математическую модель. Нам также близко понимание термина «прикладная задача» Н.А. Терёшина: прикладной он называет задачу, поставленную вне математики и решаемую математическими средствами.

Рассмотрев особенности контингента, а также уровень математической подготовки студентов среднего профессионального образования, считаем эффективным использование задач, определяемых Ю.М. Колягиным и Н.А. Терешиным как прикладные. В группе прикладных задач мы выделяем квазипрофессиональные. Для характеристики этого вида задач, предлагаем вернуться к ведущим видам деятельности обучающихся среднего профессионального образования. А.А. Вербицкий выделяет три базовые формы деятельности студентов в рамках контекстного обучения: учебная деятельность; квазипрофессиональная деятельность; учебно-профессиональная деятельность. При этом переход осуществляется с помощью формирования так называемой квазипрофессиональной деятельности. Квазипрофессиональная деятельность – это деятельность-посредник (по А.А. Вербицкому) между учебной деятельностью (академическое обучение) и учебно-профессиональной деятельностью (успешное прохождение производственной практики и защита дипломного проекта).

Формирование квазипрофессиональной деятельности осуществляется в том числе через обучение решению квазипрофессиональных задач. Под квазипрофессиональной задачей мы понимаем задачу, модель которой строится вокруг профессионального объекта, явления или процесса, решение которой осуществляется средствами общеобразовательной дисциплины, главное требование которой напрямую связано с дальнейшей профессиональной деятельностью.

В частности, в квазипрофессиональной задаче может описываться профессиональный процесс, а также частично охарактеризован профессиональный объект и необходимо произвести расчеты для нахождения искомой характеристики объекта.

В этой связи считаем важным отметить направления работы с терминологией, применение которой потребуется в профессиональной деятельности.

Для решения квазипрофессиональной задачи необходимо владеть профессиональными терминами, например для специальностей электротехнического направления такими как: опора линии электропередачи, конденсатор, масляный выключатель, шток и т.д. Для студентов специальностей данного направления важно обладать знаниями в области прикладной математики курса физики, в частности зависимости силы тока $I = I(t)$ и других физических величин, характеризующих электротехнические процессы от времени t, нахождение максимального значения физической величины средствами математики, расчет ёмкости и других характеристик электротехнического объекта и т.д.

Мы предлагаем использовать квазипрофессиональные задачи для погружения в профессию обучающихся, начиная с первого курса обучения.

В.М. Монахов, характеризуя формирование компетенций (основное требование ФГОС СПО), отмечает важность готовности умения решать квазипрофессиональные задачи: «Сформированность той или иной профессиональной компетенции

у студента понимается как его готовность решать профессиональные задачи (в отдельных случаях – квазипрофессиональные задачи). К ней студент подводится через самостоятельное решение группы специально разработанных учебных задач и упражнений» [3, с. 52]. Шкерина Людмила Васильевна задачи с профессиональным контекстом, для решения которых нужно выполнять элементы будущей профессиональной деятельности в условиях моделируемых профессиональных ситуаций – называет квазипрофессиональными задачами [4, с. 120].

Материалы и методы исследования

Изучив требования Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО), мы выявили одно из основных требований к обучающимся при освоении *Математического и общего естественнонаучного цикла* – это умение решать прикладные задачи в области профессиональной деятельности [5].

На примере общеобразовательной дисциплины «Математика» (для электротехнического направления специальностей учреждений СПО), мы разработали систему задач, в которой каждый вид задач осуществляет функцию включения в деятельность, направленную на овладение будущей профессией. Такая система задач позволяет обучающемуся постепенно переходить от учебной деятельности к формированию квазипрофессиональной деятельности.

Данная методика представлена в наших публикациях. Приведем лишь характеристику задач по подгруппам и методику работы с ними:

1 подгруппа задач – с помощью производной находится физическая величина;

2 подгруппа задач – это задачи, содержащие в сюжете «профессиональные» понятия;

3 подгруппа задач – собственно квазипрофессиональные.

Используя задачи, содержащих в сюжете профессиональные термины, появляются возможности активизации обучающихся уже на первых курсах обучения. Так, при изучении стереометрии студентам электротехнических специальностей предложены задачи на определение различных характеристик объектов дальнейшей профессиональной деятельности, например диаметра сечения штока масляного выключателя [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Методика обучения решению прикладных задач профессиональной направленности – квазипрофессиональных задач, учитывает специфику, отражающую особенности, характерные для учреждений среднего профессионального образования. Формирование квазипрофессиональной деятельности эффективно в процессе изучения как дисциплин общеобразовательного, так и специального блоков. Для погружения в процессы, связанные с дальнейшей профессиональной деятельностью, предусмотрены задачи первой и второй подгрупп, которые целесообразно использовать в процессе изучения дисциплин общеобразовательных блока. Обучающиеся учатся, оперируя профессиональными терминами, глубже знакомятся с профессией через задачи, описывающие элементы, с которыми напрямую связана дальнейшая профессиональная деятельность. Такая методика формирования квазипрофессиональной деятельности обеспечивает высокий уровень достижения понимания учебного материала студентами и развивает их интерес к будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, разрабатываемая нами методика обучения решению квазипрофессиональных задач на примере общеобразовательной дисциплины «Математика» для электротехнического направления специальностей включает: использование задач, условие и требование которых раскрывается через профессиональный объект; использование задач, в сюжетах которых используются профессиональные понятия, описываются электротехнические процессы, требуется нахождение технических характеристик объекта будущей профессиональной деятельности; работу с таблицами, содержащими технические характеристики профессиональных объектов; организацию обучения решению прикладных задач профессиональной направленности для подготовки студентов к решению квазипрофессиональных задач.

Выводы

Применение данной методики обучения решению квазипрофессиональных задач мы реализуем с целью формирования квазипрофессиональной деятельности.

Посредством обучения решению квазипрофессиональных задач осуществляется формирование квазипрофессиональной деятельности, что эффективно при изучении дисциплин общеобразовательного блока. Наша методика основана на использовании выделенных нами групп задач и позволяет реализовывать квазипрофессиональную деятельность при изучении дисциплин как естественнонаучного цикла, так и гуманитарного.

В ходе нашей работы над системой задач мы разрабатывали задачи для каждой из подгрупп, охарактеризованных выше. В том числе задачи, которые содержат в своём условии элементы дальнейшей профессиональной деятельности. Требование задач третьей подгруппы – собственно квазипрофессиональных задач – непосредственно связано с дальнейшей профессиональной

деятельностью (например, используя математические методы и инструменты, обучающийся находит технические характеристики некоторого объекта, затем, используя таблицы технических характеристик, выбирает нужный вид профессионального объекта). Для задач всех трёх представленных подгрупп характерно наличие профессиональных терминов.

Характеризуя методические возможности использования разработанной нами системы задач, следует отметить особенности выявленных закономерностей, характерных для преподавания гуманитарных дисциплин общеобразовательного блока. При этом собственно квазипрофессиональные задачи, наиболее эффективные при преподавании естественнонаучных дисциплин общеобразовательного блока, превращаются в задания в процессе работы с текстом при усвоении учебного материала озвученных выше гуманитарных дисциплин.

Система задач, способствующая обучению решению квазипрофессиональных задач студентами среднего профессионального образования, позволяет повысить качество усвоения учебного материала общеобразовательных дисциплин, а также способствует формированию квазипрофессиональной деятельности студентов первых курсов учреждений среднего профессионального образования.

Список литературы

1. Щербинина Ю.В. Прикладные задачи профессиональной направленности // Вестник Алтайского государственного педагогического университета. 2017. № 29. С. 52–55.

2. Колягин Ю.М. Задачи в обучении математике. Часть I. М.: Просвещение, 1977. 113 с.

3. Монахов В.М. Компетентностно-контекстный формат обучения и проектирование образовательных модулей // Вестник МГГУ им. М.А. Шолохова. Педагогика и психология. 2012. № 1. С. 49–60.

4. Шкерина Л.В. Профильные дисциплины по выбору // Высшее образование в России. 2011. № 5. С. 119–123.

5. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства: Приказ Министерства Образования и науки Российской Федерации от 7 мая 2014 г. № 457. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rgazu.ru/db/docs/fgos/spo/35.02.08.pdf (дата обращения: 18.08.2019).

6. Щербинина Ю.В. Формирование компетенций студентов посредством квазипрофессиональной деятельности.// Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе: материалы IV международной научной конференции в двух частях. Т. 2. Москва, ФГБОУ ВО «Московский государственный педагогический университет» (МПГУ), 4–5 декабря 2018 года. Калуга: Издательство АКФ «Политоп», 2018. С. 198–200.

ОБЗОРЫ

УДК 37.013

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

Кирьякова О.В., Татьянина Т.В.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева», Саранск, e-mail: kirjakova82@mail.ru, tatianina9@gmail.com

Стремительное увеличение количества иностранных студентов, прибывающих в нашу страну с целью получения высшего образования, актуализирует проблему приспособления обучающихся к новым условиям жизни, языку, культуре, требует интеграции в новый социум. Эти и другие вопросы активно дискутируются в современной научной литературе. Абсолютное большинство исследователей признает, что успешность обучения иностранных студентов, уровень их профессиональной подготовки в значительной степени зависят от социокультурной адаптации в стране пребывания. Вместе с тем отмечается лишь относительное приспособление иностранных студентов к новой социокультурной среде за счёт вынужденных изменений в стереотипах и способах поведения. Это порождает внутреннее отчуждение обучающихся, что, безусловно, тормозит процесс адаптации. Данная проблема может быть частично решена за счет формирования у иностранных студентов компетенции социального взаимодействия. Ее результативность обеспечивается слиянием личностных, социальных и профессионально значимых мотивов, реализующихся в совместной деятельности, общении и определяется потребностью обучающихся обмениваться информацией, ценностями и опытом. В данной статье авторами предпринята попытка определения теоретико-методологической базы исследования: используемых подходов, концепций, отработка содержания и структуры ведущих понятий, выявление прогностического потенциала исследования.

Ключевые слова: компетенция, компетенция социального взаимодействия, иностранные студенты

THEORETICAL-METHODOLOGICAL BASES OF FORMATION OF THE SOCIAL INTERACTION COMPETENCE OF FOREIGN STUDENTS

Kiryakova O.V., Tatyanina T.V.

Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Mordovian State Pedagogical Institute named after M.E. Evsevev», Saransk, e-mail: kirjakova82@mail.ru, tatianina9@gmail.com

The rapid increase in the number of foreign students arriving in our country to receive higher education actualizes the problem of students' adaptation to new living conditions, language, culture and requires integration into a new society. These and other issues are actively discussed in the modern scientific literature. The vast majority of researchers admit that the success of training of foreign students and the level of their professional training largely depend on the socio-cultural adaptation in the host country. However, there is only a relative adaptation of foreign students to the new socio-cultural environment due to forced changes in stereotypes and ways of behavior. This creates an internal detachment of students, which, of course, inhibits the process of adaptation. This problem can be partly solved by forming the social interaction competence of foreign students. Its effectiveness is provided by the fusion of personal, social and professionally significant motives, which are realized in joint activities, communication and is determined by the students' need to share information, values and experience. In this article, the authors attempt to determine the theoretical and methodological basis of the study such as the approaches, concepts, processing of the content and structure of the leading concepts, identification of the prognostic potential of the study.

Keywords: competence, competence of social interaction, foreign students

Новые реалии нашего времени характеризуются активно протекающими процессами глобализации и миграции, вследствие которых все страны мира «становятся сообщающимися сосудами, позволяющими своим гражданам и культурным феноменам перетекать из одного государства в другое» [1, с. 8]. Учебная миграция стала новой реальностью для российских вузов, в результате чего многие из них столкнулись с проблемой приема и адаптации иностранных студентов, приезжающих в вузы нашей страны получать высшее образование.

Первоочередными для обучающихся становятся задачи профессиональной и социальной адаптации. Они находят проявление при актуализации вопросов образовательной миграции (Е.Е. Письменная [2], Д.В. Полетаев [3], К.А. Гаврилов, С.В. Рязанцев, Е.Б. Яценко [4], Л.Н. Ваулина [5]); адаптации студентов-иностранцев к условиям инокультурной действительности (И.А. Гребенникова [6], А.В. Погукаева, Л.Н. Коберник, Е.Л. Омельянчук [7]); специфики содержания и процесса образования иностранных студентов (Е.А. Ващинская [8], О.Г. Коларькова [9], В.А. Грибанова [10], А.И Артюхина, А.К. Брель и др. [11])

Изучение трудов этих и других [12–14] исследователей показывает, что пребывание

иностранных студентов в российском вузе, особенно в адаптационный период, связано с ломкой стереотипов, стрессами и тревожностью. Кроме того, приезжая в чужую страну получать образование, иностранные студенты испытывают трудности, связанные с незнанием законов, правил и норм поведения, принятых в обществе, недостаточно высоким уровнем владения русским языком и т.д. Сложный процесс интеграции обучающихся в новый социум сопряжен как с необходимостью принятия себя в новой социальной роли «студента», так и решением целого комплекса локальных задач: налаживанием социальных контактов, преодолением языкового барьера, избавлением от стереотипного восприятия представителей иной культуры, развитием терпимого и толерантного отношения к участникам межкультурного социального взаимодействия, принятием ценностей окружающего общества.

Обозначенные проблемы затрудняют дидактическое, социально-психологическое взаимодействие иностранных студентов с субъектами образовательного процесса в вузе. Вместе с тем, как показывает анализ научной литературы по проблеме исследования (Е.Д. Максимчук, Е.В. Степаненко [15] и др.), процесс оптимизации взаимодействия становится возможным при условии приведения субъекта адаптации в соответствие с нормами и направлениями развития образовательной среды. Происходит усвоение иностранцами социальной роли студента, обеспечивающее успешное освоение учебного материала, адекватное отношение к требованиям образовательного процесса, а значит, и нормам социокультурного и межличностного взаимодействия. Основой социальной адаптации становятся отношения объекта и субъекта – иностранного студента и администрации, профессорско-преподавательского состава вуза, а также образовательной среды, претерпевающей изменения в соответствии с целенаправленными плановыми действиями [15, с. 101].

При таком подходе актуализируется проблема овладения иностранными студентами ключевыми компетенциями. Они находят проявление в способности эффективно решать спектр стандартных и нестандартных задач, возникающих в самых разных жизненных ситуациях при взаимодействии с окружающими людьми. Так или иначе, решение задачи, прежде всего, обеспечивается личностной палитрой ценностей, субъектным опытом. Однако компетенция основывается на приобретенных навыках, знаниях и опыте, которые обеспечивают способности для выполнения поставленной задачи или осуществления определенной деятельности. Ключевые компетенции, являясь универсальными и надпредметными, при успешном освоении их иностранными студентами требуют приращения знаний, способов деятельности обучающихся по развитию способности брать на себя ответственность, проявлять инициативу, совместно вырабатывать решения и участвовать в их реализации, проявлять толерантность к разным этнокультурам и религиям, сопряженность личных интересов с потребностями общества.

Одной из важнейших ключевых компетенций, формирование которой позволяет иностранным студентам приспосабливаться к жизни в чужой стране, эффективно осуществлять межличностное общение, устанавливать и поддерживать контакты, является *компетенция социального взаимодействия*. В этой связи проблема ее формирования у указанной группы обучающихся приобретает особую актуальность.

Изучение научных трудов по теме исследования позволяет сделать вывод, что в современной литературе существует широкий пласт работ, авторы которых, так или иначе, обращаются к изучению и описанию компетенции социального взаимодействия в контексте социальной, культурной, языковой адаптации студентов.

Отправной точкой изучения трудов по теме исследования явилась теория И.А. Зимней. Само понятие «компетенция» И.А. Зимняя связывает с внутренними, потенциальными, психологическими новообразованиями человека, к которым относит представления, знания, выстраиваемые на их основе программы действий, основанные на сформированной системе ценностей и отношений [16]. Раскрывая содержание компетенции социального взаимодействия как ключевой, «обеспечивающей нормальную жизнедеятельность человека в обществе», она указывает на субъекты и содержание возможных взаимодействий «с обществом, общностью, коллективом, семьей, друзьями, партнерами», а в качестве свойств и характеристик данной компетенции выделяет конфликты и их погашение, сотрудничество, толерантность, социальную мобильность, уважение и принятие человека другой расы, национальности, религии, статуса и др. [16].

Педагогический контекст компетенции социального взаимодействия раскрывается в понимании ее как личностного качества, интегративной характеристики, формируемой у человека в процессе обучения.

Так, Е.А. Иванаевская сущность компетенции социального взаимодействия

учащегося усматривает в его способности эффективно решать социальные задачи. К ним в первую очередь относятся умения добиваться взаимопонимания, являться успешным организатором и участником совместной деятельности, избегать и решать конфликты, проявлять толерантность и др. Автор обращает внимание на зависимость принятого решения от имеющихся у человека знаний, наличия учебного и жизненного опыта, ценностей, наклонностей [17, с. 333].

Отдельные исследователи (М.В. Гуковская, Н.М. Кодинцева, О.А. Селиванова, О.Н. Родина и др.) обращаются к различным аспектам компетенции социального взаимодействия сквозь призму ее формирования у обучающихся в вузе. Принципиально важными в контексте данного исследования являются позиции ученых, рассматривающих компетенцию социального взаимодействия:

– как «систему интеллектуальных (социальные знания, умения) и поведенческих ресурсов (навыки, модели и способы социального поведения), которые обеспечивают социальную активность и решение проблемных ситуаций социального взаимодействия в формальной и неформальной сферах человеческих взаимоотношений» [18, с. 6];

– как «личностное качество, проявляющееся в ситуациях социально-профессионального взаимодействия (учебной, внеучебной и профессиональной деятельности) в способности (готовности) устанавливать взаимопонимание (принятие и разделение целей, мотивов, установок партнеров) и отношения взаимопомощи, осуществлять регуляцию межличностного взаимодействия, эффективно профилактировать формирующиеся и преодолевать возникающие трудности» [19, с. 186];

– как «практическую готовность к осуществлению социального взаимодействия со специалистами различного профиля с целью использования потенциальных возможностей социума для разрешения социально-педагогических проблем» [20, с. 7].

Целесообразной является точка зрения О.Г. Коларьковой, которая, исследуя вопросы профессионального самоопределения иностранных студентов педагогического вуза, связывает их успешность с реализацией условий. К ним в первую очередь она относит учет национально-культурных особенностей обучающихся, активизацию научно-познавательной и исследовательской деятельности, интеграцию образовательных программ по профилю и программ педагогических дисциплин при максимальной технологизации процесса профессионального определения личности [9, с. 11].

Данная точка зрения видится вполне оправданной. Поиск действенных педагогических условий ее формирования у иностранных студентов во внеучебной деятельности в вузе определяет проблему заявленного исследования. Решение проблемы связано как с проектированием модели формирования компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов, разработкой диагностического инструментария выявления динамики данного процесса, так и с определением и апробацией педагогических условий, при которых процесс овладения иностранными студентами компетенцией социального взаимодействия становится эффективным.

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании, разработке и апробации структурно-функциональной модели формирования компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов во внеучебной деятельности и верификации педагогических условий эффективного функционирования этой модели.

Материалы и методы исследования

Проблемное поле заявленного исследования потребовало изучения и анализа психолого-педагогической научной литературы разных жанров: монографий, учебно-методических пособий, статей, материалов научно-практических конференций и др. В то же самое время учитывались условия реальной образовательной практики в Мордовском государственном педагогическом институте (МГПИ) им. М.Е. Евсевьева. Определение методологических подходов, выявление теоретических основ исследования осуществлялось на основе применения как теоретических (анализ, синтез, систематизация, обобщение, аналогия, моделирование), так и эмпирических (наблюдение, сравнение, описание) методов исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Таким образом, можно констатировать, что существует ряд мнений отечественных ученых относительно понимания сущности компетенции социального взаимодействия. Известный нам круг авторов определяет ее как готовность к взаимодействию, систему знаний и поведенческих ресурсов, способность эффективно решать задачи или даже личностное качество.

Пытаясь прояснить природу социальных отношений и компетентности, большинство ученых выделяют компоненты компетенции социального взаимодействия: мотивационный компонент (мотивы, побуждающие к проявлению личностного свойства в деятельности, поведении человека); когнитивный компонент (знания средств, способов выполнения действий,

технологий решения социальных задач, правил и норм поведения); деятельностный компонент (умение действовать в разнообразных стандартных и нестандартных ситуациях); аксиологический компонент (ценностно-смысловое отношение к социальному взаимодействию) [19]. Содержательное наполнение данных компонентов согласно теме исследования, особенностям контингента иностранных студентов МГПИ им. М.Е. Евсевьева, специфике вуза позволило выстроить компонентный состав компетенции социального взаимодействия и сделать его анализ [21].

Безусловно, решению этих и других вопросов способствовала «принципиальная методологическая ориентация исследования» (И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин [22]). Выбор компетентностного и средового подходов для данного исследования обусловлен спецификой изучаемого феномена.

В проводимом исследовании компетентностный подход (В.И. Байденко [23], Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, В.В. Лебедев, Ю.Г. Татур [24], А.В. Хуторской [25]) призван обеспечить формирование у иностранных студентов компетенции социального взаимодействия путем присвоения необходимых социокультурных, психологических и профессионально-педагогических знаний, развития у них необходимых умений и навыков, опыта деятельности. Использование данного подхода в исследовании задает его направленность на получение личностных и социально-интегрированных результатов, что обеспечивается накоплением иностранными студентами личностных ресурсов для осуществления эффективного социального взаимодействия.

Формирование компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов позволит им быстрее и эффективнее адаптироваться к жизни в России, что повлечет за собой ускорение интеграции в окружающее их общество, а именно принятие нового для них социального окружения, системы его ценностей, уклада жизни, будет способствовать преодолению языкового и культурного барьеров, упростит установление и поддержание контактов в разных сферах. Устранение или ослабление этих важных проблем в свою очередь поспособствует устранению связанных с ними препятствий для их профессиональной подготовки в вузе.

Успешность в решении этих и других задач во многом обеспечивается созданием благоприятной для иностранных студентов среды. Анализ научной литературы показывает, что значение среды в воспитании признавали А.С. Макаренко, К.Д. Ушинский, В.Н. Сорока-Росинский, М.М. Пистрак, и др. Ж.Ж. Руссо, М. Монтессори и др. Сегодня их идеи продолжают свое развитие в трудах А.В. Евстифеева, Н.Е. Щурковой, Л.И. Новиковой, Ю.С. Мануйлова, М.В. Циулиной, Г.Г. Шека, Д.Н. Митина, И.И. Сулимы и др.

В общем смысле среда есть «окружающие социально-бытовые условия, обстановка, а также совокупность людей, связанных общностью этих условий» [26, с. 59]. Однако есть и другое понимание среды как мощного преобразующего инструмента. Вслед за Ю.С. Мануйловым в данном исследовании будем определять понятие «среда» как то, среди чего пребывает субъект, посредством чего формируется образ жизни, что опосредует его развитие и осредняет личность. Посредствовать – значит побуждать, помогать, порождать что-либо. Опосредовать – означает преломлять, обогащать, облагораживать и пр. Осреднять – означает типизировать (не отождествлять со стандартизацией) [27].

Такое понимание средового подхода к формированию компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов предполагает использование возможностей образовательно-воспитательной среды вуза. Использование данного подхода подразумевает специальную организацию среды вуза, а через нее – оказание содержательного и организационного влияния на иностранных студентов. Обладая адаптивностью, гибкостью, среда будет органично принимать созданные педагогические условия, при которых процесс формирования компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов будет успешным. Гипотетически – организуя специальную образовательно-воспитательную среду вуза, возможно оказание опосредованного, многостороннего, но целенаправленного, педагогически оправданного воздействия на иностранных студентов, способствующего решению поставленной нами задачи по формированию у них компетенции социального взаимодействия.

Выводы

Вопросы, связанные с обучением, воспитанием, профессиональной подготовкой иностранных студентов в вузе, получают широкое распространение и активно дискутируются в современной научной литературе. Однако формирование компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов не становилось на сегодняшний день предметом специального научного исследования.

Осмысление содержания ведущего понятия «компетенция социального взаимодей-

ствия», определение теоретико-методологической базы проблемы ее формирования у иностранных студентов приводит к выводу о прогностическом потенциале заявленного исследования. Контекст данной работы обусловлен поиском действенных путей и адекватных средств, проектированием образовательно-воспитательной среды вуза и апробацией педагогических условий, при которых процесс формирования компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов становится максимально эффективным.

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева и Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева) по теме «Формирование компетенции социального взаимодействия у иностранных студентов во внеучебной деятельности».

Список литературы

1. Протасова Е.Ю., Родина Н.М. Интеркультурная педагогика младшего возраста: учебник. М.: ФОРУМ, 2011. 397 с.

2. Письменная Е.Е. Учебная иммиграция и проблемы привлечения иностранных студентов // Миграция и миграционная политика Российской Федерации: Научный доклад. 2011. Вып. 1. С. 72–80.

3. Полетаев Д.В., Дементьева С.В. Инновационные стратегии развития международного образования в ракурсе учебной миграции в вузы России // Известия Томского политехнического университета. 2010. № 6. С. 128–134.

4. Гаврилов К.А., Рязанцев С.В., Яценко Е.Б. Учебная миграция из стран СНГ и Балтии: потенциал и перспективы для России. М.: Фонд «Наследие Евразии», 2012. 2017 с.

5. Ваулина Л.Н., Коношенко Н.А. Межкультурная адаптация иностранных студентов // Вестник КГУ. 2014. № 3. С. 225–227.

6. Гребенникова И.А. Адаптация иностранных студентов: механизм и факторы // Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. 2011. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-inostrannyh-studentov-mehanizm-i-faktory (дата обращения: 14.08.2018).

7. Погукаева А.В., Коберник Л.Н., Омельянчук Е.Л. Адаптация иностранных студентов в российском вузе // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24651 (дата обращения: 16.08.2018).

8. Ващинская Е.А. Компетенция социального взаимодействия будущего педагога // В мире научных открытий. 2012. № 11. С. 206–215.

9. Коларькова О.Г. Профессиональное самоопределение иностранных студентов в условиях педагогического вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Нижний Новгород, 2010. 22 с.

10. Грибанова В.А. Исследование активности студенческой молодежи во внеучебной деятельности педагогического вуза // Теория и практика общественного развития. 2013. № 1. С. 152–154.

11. Артюхина А.И., Брель А.К., Танкабекян Н.А., Складановская Н.Н., Жогло Е.Н. Учебная деятельность иностранных студентов в новой социокультурной среде на кафедре химии // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=27487 (дата обращения: 25.09.2018).

12. Зеткина И.А., Василькина Л.В., Морозова Е.Н. Социокультурная адаптация детей-мигрантов средствами музейной педагогики // Гуманитарные науки и образование. 2017. № 4. С. 94–99.

13. Татьянина Т.В. Формирование профессиональной компетентности бакалавров педагогического образования в условиях культуропорождающей среды вуза // Категория «социального» в современной педагогике и психологии: мат-лы 5-й Всерос. научно-практ. конф. с международ. участием (г. Ульяновск, 2–3 марта 2017 г.). Ульяновск: Зебра, 2016. С. 371–377.

14. Татьянина Т.В., Кирьякова О.В., Сарасова Т.А. Теоретические основы формирования профессиональной адаптации иностранных студентов в вузе // Профессиональные компетенции в высшей школе. Ульяновск: Зебра, 2018. С. 311–321.

15. Степаненко Е.В. Образовательная среда как системообразующая основа социальной адаптации иностранных студентов // Научный вестник МГТУ ГА. Серия Международная деятельность вузов. 2005. № 94 (12). С. 100–105.

16. Зимняя И.А. Ключевые компетенции новая парадигма результата современного образования // Эйдос. 2006. [Электронный ресурс]. URL: http://www.eidos.ru/journal/2006/0505.htm (дата обращения: 15.08.2018).

17. Иванаевская Е.А. Содержание понятия «компетентность социального взаимодействия учащегося» // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. № 4. С. 333–337.

18. Кодинцева Н.М. Взаимосвязь компетентности социального взаимодействия и психологических особенностей студентов вузов: автореф. дис. … канд. психол. наук. Москва, 2009. 25 с.

19. Селиванова О.А., Родина О.Н. Формирование компетентности социального взаимодействия студентов технического вуза в учебной деятельности // Вестник Тюменского государственного университета. Гуманитарные исследования. Humanitates. 2016. Т. 2. № 3. С. 182–189.

20. Гуковская М.В. Формирование компетенции социального взаимодействия будущего социального педагога в условиях вуза: автореф. дис. … канд. пед. наук. Москва, 2008. 22 с.

21. Кирьякова О.В. Компетенция социального взаимодействия у иностранных студентов: сущность и структура понятия // Современный научный потенциал и перспективные направления теоретических и практических аспектов: сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург, 9–10 февраля 2018 г.). СПб.: Изд-во КультИнформПресс, 2017. С. 106–107.

22. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. М.: Наука, 1973. 270 с.

23. Байденко В.И. Компетенции в профессиональном образовании (К освоению компетентностного подхода) // Высшее образование в России. 2004. № 11. С. 3–14.

24. Тартур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалиста // Высшее образование сегодня. 2004. № 3. С. 20–28.

25. Хуторской А.В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты // «Эйдос». 2002. [Электронный ресурс]. URL: http://eidos.ru/journal/2002/0423.htm. (дата обращения: 14.06.2018).

26. Мануйлов Ю.С. Средовой подход в воспитании: дис. … докт. пед. наук. Москва, 1997. 193 с

27. Новикова Л И. Воспитание как педагогическая категория. М.: Педагогика, 2009. 357 с.

СТАТЬИ

УДК 004.021:303.732.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИЙ АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОТБОРА

Димитриев А.П.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: dimitrie1@yandex.ru

Предмет исследования – составление оптимального расписания регулирования мощности для группы потребителей при использовании широтно-импульсного метода. Расписания представляют собой результаты работы некоторых алгоритмов с файлами исходных данных и характеризуются соответствующим значением коэффициента мощности, в формулу для вычисления которого входит выражение для дискретной целевой функции. Для решения задачи составления оптимального расписания предложены четыре модификации алгоритма оптимизации последовательности отбора, которые являются объектом исследования. В работе производится определение оптимальных параметров модификаций данного алгоритма для нахождения близких к оптимальным расписаний за ограниченное время. Для этого организованы и проведены серии вычислительных экспериментов. Одна из введенных модификаций при надлежащем подборе параметров приводит к значительно более высоким результатам, чем ранее известные. В данной модификации применяется метод множественного старта и схема Коши для метода имитации отжига, а также наиболее оптимальный алгоритм для построения исходного расписания. Использование такой модификации позволило для одного из файлов исходных данных достичь значения на 47% ближе к теоретическому минимуму, чем было достигнуто ранее, а в среднем – на 17% ближе.

Ключевые слова: метод имитации отжига, широтно-импульсный метод, оптимизация, расписание, параметры алгоритма

DETERMINATION OPTIMAL PARAMETERS FOR MODIFICATIONS ALGORITHM OF SELECTION SEQUENCE OPTIMIZATION

Dimitriev A.P.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov», Cheboksary, e-mail: dimitrie1@yandex.ru

The subject of the study is the preparation of the optimal schedule of power control for a group of consumers using the pulse-width method. Schedules are the results of some algorithms with source data files and are characterized by a corresponding power factor value, the formula for calculating which includes an expression for a discrete objective function. To solve the problem of optimal scheduling, four modifications of the algorithm for optimizing the selection sequence are proposed, which are the object of the study. In this paper, the optimal parameters of the modifications of this algorithm to find schedules close to optimal for a limited time were determined. For this purpose, a series of computational experiments were organized and conducted. One of the introduced modifications with proper selection of parameters leads to significantly higher results than previously known. This modification uses the multiple start method and the Cauchy scheme for the simulated annealing method, as well as the most optimal algorithm for constructing the original schedule. The use of this modification allowed for one of the source data files to reach a value 47% closer to the theoretical minimum than previously achieved, and an average of 17% closer.

Keywords: simulated annealing method, pulse-width method, optimization, schedule, algorithm parameters

Задача составления оптимального расписания регулирования мощности, коммутируемой группе потребителей электроэнергии при использовании широтно-импульсного метода (ШИМ) является актуальной [1, 2]. В математической модели такого регулирования и математической модели некоторых других задач [3] численное значение результата оптимизации выражается коэффициентом мощности по формуле [1]:

$$\chi = \frac{\sum_{i=1}^{n} I_i \gamma_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} I_i^2 \gamma_i + 2\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^{n} I_i I_k \gamma_{ik}}}, \qquad (*)$$

где γ_{ik} – относительная длительность интервала совместного действия импульсов i-го и k-го регуляторов, γ_i – относительная длительность импульса i-го регулятора в пределах от 0 до 1, n – число регуляторов (также называемых объектами) в группе, I_i – ток нагрузки i-го регулятора, I_k – ток нагрузки k-го регулятора.

В идеальном случае $\chi = 1$, но, как правило, $\chi < 1$. Существуют наборы входных данных этой задачи, для которых невозможно составить расписание, при котором $\chi = 1$. Например, если $n = 2$, $I_1 = I_2 = 1$, $\gamma_1 = 0{,}5$, $\gamma_2 = 0{,}6$. Требуется максимизировать χ, либо минимизировать целевую функцию C – правую часть суммы под знаком корня в выражении (*), которая при целочисленных токах нагрузки представляет собой целочисленное значение, если вместо относительных длительностей используются абсолютные целочисленные значения. С данной

целью ранее разработан ряд алгоритмов с номерами от 1 до 34 [3]. Для решения этой и других задач существует также алгоритм оптимизации последовательности отбора (АОПО), показывающий наивысшие результаты, что касается скорости и качества оптимизации [4]. АОПО минимизирует C, оптимизируя последовательность регуляторов, по которой для них выбираются моменты включения, с помощью метода имитации отжига (ИО) [5]. В данной работе вводятся модификации АОПО, при некоторых параметрах показывающие результаты, превосходящие результаты исходного АОПО.

Цель исследования: определение оптимальных параметров модификаций АОПО для нахождения близких к оптимальным расписаний для ШИМ мощности за ограниченное время.

Материалы и методы исследования

Задачи, решаемые для достижения цели: определить, какие параметры будут исследованы, в каких диапазонах, а также время, требуемое для проведения одного эксперимента; провести серии вычислительных экспериментов при различных наборах обрабатываемых данных; оценить полученные результаты.

Для исследования используются файлы данных *f*1, *f*5, содержащие целочисленные I_i и абсолютные γ_i в диапазоне от 1 до 100, где $i = \overline{1, n}$, $n = 40$ [3]. С той же целью создан файл данных для $n = 28$ с целочисленными абсолютными значениями. Численные значения данных файла *f*1 приводятся в [4], где они интерпретированы как долготы и широты.

Для уменьшения случайных погрешностей исследование проводится при помощи серий вычислительных экспериментов с одинаковыми параметрами. Производится оптимизация набора значений параметров и для этого используется такой метод оптимизации, как метод однокоординатного спуска, что означает следующее. В пространстве дискретных значений параметров выполняется поиск оптимальной точки. Некоторая точка принимается за исходную. Затем анализируются точки, получаемые изменением с переменным шагом значений одной из координат при неизменных прочих координатах. Из результатов анализа выбирается оптимальная точка в качестве текущей. То же самое производится с другими координатами. Критерием останова служит отсутствие более оптимальных точек при последовательном изменении каждой координаты.

Организация вычислительных экспериментов

Определены три группы параметров АОПО: специфические параметры АОПО, параметры применяемого алгоритма ИО и параметр выбора исходной (отправной) точки. К специфическим параметрам относятся:

– R – расстояние в последовательности отбора (ПО), в пределах которого два объекта могут взаимно переставляться. Единица измерения – объект;

– X – число объектов, обменивающихся положениями, т.е. номерами, перед однократным построением расписания согласно полученной ПО с подсчетом C. Это число означает, что X раз производится обмен положениями двух случайно выбираемых объектов.

Параметры метода ИО, используемые в исходном варианте АОПО, следующие: «Заданная температура», «Начальное число итераций» и «Увеличение числа итераций» [3]. От изменения перечисленных параметров можно в данном случае отказаться для сокращения числа параметров, так как они в совокупности однозначно определяют общее число итераций N_I, которое в дальнейшем исследовании неизменно. Таким образом, исследуемой величиной в алгоритме ИО является вероятность перехода к худшему решению P.

Исследуются три модификации АОПО. В первой модификации всегда $P \equiv 0$.

Во второй модификации применяется схема Больцмана, суть которой следующая [6]. Приближенное значение P можно определить по формуле $P = \exp(-\Delta E / T)$, где ΔE – разность между значениями C в текущей и исследуемой точках, T – текущая температура. Возможны различные схемы определения T. Одна из схем называется схемой Больцмана: $T(k) = T_{\min} / \ln(1 + k)$, где k – номер шага, $T_{\min}$ – начальная температура, которую можно задать как константу. В последующих экспериментах $T_{\min} = 5$. Для определения общего числа шагов предлагается разделить N_I на параметр D_S – целое число.

Третья модификация АОПО применяет другую схему определения T, называемую схемой Коши, при которой $T(k) = T_{\min} / k$ [7].

При проведении серий экспериментов с целью сравнения результатов требуется, чтобы процессорное время, выделяемое на каждый эксперимент, было постоянным. Это время напрямую зависит от N_I. Поэтому $N_I = \text{const}$, и единственным исследуемым параметром алгоритма ИО остаётся D_S.

Параметром выбора исходной точки является A – номер алгоритма [3], по которому она генерируется.

Для определения времени, выделяемого для каждого эксперимента, вначале исследуется первая модификация алгоритма при $A = 2$ с файлом *f*1. При следующей совокупности параметров время единичного эксперимента составляет 20–20,5 мин на ноутбуке с тактовой частотой процессора 1500 МГц: $X = 3$, $R = 8$, $N_I = 588000$. Число N_I неизменно, поэтому представим совокупность параметров в виде вектора $\Omega_1 = (X, R) = (3, 8)$.

Указанная в минутах длительность выбрана в связи с формой графика зависимости C от времени, приближающейся к затухающей экспоненте. В первую секунду нахождение лучших решений происходит в среднем 4,3 раза. Затем они находятся все более редко, и по истечении нескольких минут для этого могут потребоваться уже минуты.

Через 30 с после запуска алгоритма разность между достигнутым значением и минимальным из когда-либо найденных значением, которое обозначим $C_{\min}$, в среднем составляет 30 % от разности между значением C в отправной точке и $C_{\min}$. Через 20 мин эта разность все еще находится в пределах 10–14 %. Следовательно, время эксперимента должно составлять не менее 20 мин. Еще более длительное время затрачивать не следует, так как практическая ценность алгоритма связана с разумным временем его применения. Так, в плавильном цехе перерасчет расписания включения электропечей может занимать до 30 мин, но могут применяться микроконтроллеры с тактовой частотой ниже, чем у ноутбука.

Как показывают вычисления, X влияет на время работы алгоритма незначительно, до 3 %, а R совер-

шенно не влияет. Однако на это время влияют исходные данные в файле. Например, при использовании вместо *f*1 файла *f*5 время увеличивается в среднем на 13 %. Поэтому, для постоянства времени, серии экспериментов следует проводить с одним и тем же файлом, а разные файлы применять для обобщения результатов разных серий.

Из алгоритма АОПО можно заключить, что $1 \le R \le n/2$, и что X – целое положительное число. Следовательно, для файла *f*1, $1 \le R \le 20$. Если $X = 0$, алгоритм не выполняет специфику своей работы, так как ничто в ПО не изменяется. Экспериментально установлено, что X не должно быть более 5 при $n = 40$. Иначе изменяется одновременно много координат и эффективность алгоритма теряется. Таким образом, $1 \le X \le 5$.

Проведение серий вычислительных экспериментов в областях исследования

Серии экспериментов состояли из 10 экспериментов каждая. Вначале проведено исследование для $P \equiv 0$.

В качестве начального набора значений параметров использован следующий: $X = 1$, $R = 8$ при $N_1 = 588000$, $A = 2$ для файла *f*1. Проведены серии экспериментов при изменении X от 1 до 5. Минимальное среднее значение C по 10 экспериментам, обозначаемое C_{10}, составило 2877289,9 при $X = 2$. Среднеквадратическое отклонение σ при этом также было минимальным и составило 26,9. Крайние точки, в которых $X = 1$ или $X = 5$, приводили к максимальным значениям, поэтому выход за их пределы неперспективен для дальнейшего исследования. Таким образом, за дальнейшую основу взят набор параметров $\Omega_2 = (2, 8)$.

Проведены серии экспериментов для $X = 2$ и варьировании R от 4 до 20. Крайние значения снова привели к худшим относительно прочих результатам, т.е. не следует выходить за крайние значения. Ни один из результатов не был лучше достигнутого для Ω_2.

В связи с перспективностью Ω_2, в нем проведена еще одна серия экспериментов для уменьшения случайной ошибки. Получено $C_{10} = 2877309{,}3$, а среднее по 20 экспериментам составило 2877299,6. Это больше, чем для некоторых ранее исследованных наборов параметров. Поэтому для одного из таких наборов, Ω_1, повторно проведена серия экспериментов. Полученное среднее по 20 экспериментам составило 2877302,6, что превышает на 3 среднее по Ω_2. Таким образом, Ω_2 можно считать все еще перспективным.

Для Ω_2 всего проведено 140 однократных экспериментов. Получено среднее 2877310,8 с $\sigma = 31{,}7$. При варьировании параметров X от 1 до 5 и R от 4 до 20, включая Ω_2, проведено всего 27 серий экспериментов. Получено среднее 2877314,7 с $\sigma = 35{,}2$. Следовательно, среднее для Ω_2 ненамного отличается от среднего при других параметрах.

Затем проведено исследование при использовании схемы Больцмана: при $D_S = 25$, $X = 2$ и $X = 3$ и при $D_S = 100$, $X = 3$. C_{10} различались всего на 0,4, поэтому сделан вывод, что в данной схеме значение D_S важной роли не играет.

Среднее значение по двум сериям составило 2877315,5 при $\sigma = 32{,}6$. Это практически не отличается от значений для схемы при $P \equiv 0$, поэтому дальнейшее исследование для схемы Больцмана признано нецелесообразным.

Дальнейшее исследование проводилось с использованием схемы Коши. Проведены серии экспериментов при изменении D_S со значениями 10, 25, 60, 100, 200 для Ω_1. Наихудшие результаты, $C_{10} = 2877316{,}2$ и $C_{10} = 2877312{,}5$, получены при $D_S = 10$ и $D_S = 200$ соответственно; это крайние значения из исследуемого диапазона. Поэтому значения $D_S < 10$ и $D_S > 200$ не рассматривались, исходя из тенденции, что результаты склонны к ухудшению при изменении D_S в сторону крайних значений.

Относительно минимальное значение $C_{10} = 2877301{,}8$ с $\sigma = 22{,}6$ получено при $D_S = 100$. Поэтому исследование для $X = 2$ также проведено для $D_S = 100$. При этом $C_{10} = 2877304{,}4$, что незначительно хуже, чем для Ω_1. Таким образом, результаты использования схемы Коши незначительно выше, чем для двух других схем.

Аналогичным образом исследование проводилось с файлом *f*5. Полученными оптимальными значениями являются $X = 2$, $R = 6$. Аналогично проведено исследование для файла, описывающего 28 объектов. Полученными оптимальными значениями параметров являются $X = 3$, $R = 13$. Таким образом, для разных файлов к относительным минимумам приводят значения $X = 3$ при разных R: $R = 13$ для $n = 28$, $R = 6$ и $R = 8$ для $n = 40$.

В каждой проведенной серии экспериментов присутствовал относительно близкий к оптимуму результат. Это послужило причиной разработки и исследования четвертой модификации алгоритма, а именно использования метода множественного старта (мультистарта) [8] для АОПО по схеме Коши.

Для файла с данными о 28 объектах при $X = 2$ варьировалось R, наилучший результат найден при $R = 11$. При $R = 11$ варьировалось X, улучшения это не принесло. При $X = 2$, $R = 11$ варьировалось число стартовых точек метода мультистарта, обозначаемое M_C, от 5 до 160, наилучшее значение C_{10} найдено при $M_C = 25$.

Собственно алгоритм 3 приводит к худшему результату, чем собственно алгоритм 2, как следует из таблицы [3, с. 53]. Учитывая этот факт, при $X = 2$, $R = 11$, $M_C = 25$ проведены эксперименты при $A = 3$, в итоге C_{10} найдено худшим. Тот же набор параметров использован по отношению к $A = 6$, так как алгоритм 6 приводит к наилучшему из результатов работы собственно алгоритмов от 1 до 34 для файла с $n = 28$, и получено наилучшее значение C_{10}. Далее при варьировании R минимальное значение найдено при $R = 4$.

Снова исследование проводилось для файла *f*1. При $A = 2$, $R = 8$, $X = 2$, $D_S = 100$ варьировалось M_C, наилучший результат $C_{10} = 2877281{,}9$ выявлен при $M_C = 50$. При этих значениях варьировалось R, лучшего результата не получено. При варьировании X наилучший результат $C_{10} = 2877280{,}9$ получен при $X = 1$.

Наилучшая стартовая точка $C = 2877487$ достигается при использовании для *f*1 алгоритма 34. Соответственно, при $A = 34$ и варьировании параметров X, R, M_C минимальный результат ($C_{10} = 2877242{,}8$ при $\sigma = 6{,}64$) достигнут при $R = 4$, $X = 2$, $M_C = 50$. Таким образом, значения X и R для наилучших результатов файлов с $n = 28$ и $n = 40$ совпали, а значения M_C и A разные.

Результаты исследования и их обсуждение

В исследовании для файла *f*1 найден новый $C_{\min} = 2877230$ при $\chi = 0{,}9999968062$. Для этого в соответствии с номерами объек-

тов в [4] получено следующее расписание, указывающее моменты включения регуляторов: 1, 61, 86, 18, 54, 28, 50, 77, 77, 6, 88, 12, 6, 87, 92, 12, 93, 65, 33, 36, 54, 53, 45, 76, 20, 87, 28, 84, 93, 82, 1, 8, 13, 91, 67, 87, 88, 22, 36, 61. Найдены и другие точки, близкие по значению к оптимальным. График, построенный по найденным точкам в координатах (C, χ), имеет вид ломаной линии, однако показывает близкую к линейной зависимость. Аппроксимирующая линия пересекает значение $\chi = 1$ в точке теоретического минимума около $C = 2877210$. Расписание для $C = 2877210$ может и не существовать, лишь только для больших значений.

Следовательно, значения, находимые методом мультистарта на основе АОПО, близки к теоретически минимальным. Ранее бессистемно было найдено значение $C_{\min} = 2877250$ ($\chi = 0{,}9999939412$). Новый предлагаемый метод позволяет находить в среднем $C = 2877242{,}8$ (интерполируя, получено $\chi = 0{,}9999949726$). Следовательно, среднее χ на 17% ближе к теоретическому минимуму, чем для найденного ранее значения, а χ для нового $C_{\min}$ – соответственно на 47%.

Заключение

Для того чтобы параметры АОПО были оптимальны, при $28 \le n \le 40$ нужно использовать метод мультистарта при $25 \le M_C \le 50$, схему Коши при $D_S = 100$, оптимальный алгоритм сортировки, значения $R = 4$, $X = 2$. Для определения номера оптимального алгоритма сортировки требуется запускать алгоритмы с 1 по 34 и выбирать алгоритм с минимальным результатом. Для этого требуется 12 с процессорного времени, что несущественно по сравнению со временем оптимизации.

Список литературы

1. Ильгачев А.Н., Абрамов А.В., Васильев А.В. Способ управления группой импульсных регуляторов напряжений (варианты) // Патент РФ № 2409829. Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». 2011. Бюл. № 2.

2. Ильгачев А.Н., Абрамов А.В., Васильев А.В. Способ группового управления импульсными регуляторами напряжения (варианты) // Патент РФ № 2403612. Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». 2010. Бюл. № 31.

3. Димитриев А.П. Модели и алгоритмы в системах автоматизированного перевода текста // Прикладная информатика. 2013. № 6 (48). С. 045–058. [Электронный ресурс]. URL: http://appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article_id_4=1552 (дата обращения: 28.08.2019).

4. Димитриев А.П. Модификация алгоритма оптимизации последовательности отбора для решения задачи коммивояжёра // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20628 (дата обращения: 28.08.2019).

5. Kirkpatrick S., Gelatt C.D.Jr., Vecchi M.P.Jr. Optimization by Simulated Annealing. Science. 1983. vol. 220 (4598). P. 671–680. 18.04.2019. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/6026283_Optimization_by_Simulated_Annealing (date of access: 28.08.2019). DOI: 10.1126/science.220.4598.671.

6. Корнеев А.М., Суханов А.В. Исследование точности и скорости сходимости алгоритмов стохастической оптимизации функций на многомерном пространстве // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. управление, вычисл. техн. и информ. 2018. № 3. С. 26–37. [Электронный ресурс]. URL: http://vestnik.astu.org/Content/UserImages/file/inform_2018_3/03.pdf (дата обращения: 28.08.2019).

7. Корнеев А.М., Бузина О.П., Суханов А.В. Оптимизация схем алгоритмов стохастического поиска с использованием методов нечеткого управления // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 10. С. 65–70.

8. Чипига А.Ф., Колков Д.А. Анализ методов случайного поиска глобальных экстремумов многомерных функций // Фундаментальные исследования. 2006. № 2. С. 24–26.

УДК 621:631.372:631.173.4

СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАСОС-ДОЗАТОРОВ И ГИДРОРУЛЕЙ ГИДРООБЪЕМНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Червяков С.В., Казаков А.С.

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, Саранск, e-mail: sergey.chervyakov@yandex.ru, alexsandr.cazakov@yandex.ru

Внедрение в сельскохозяйственную и дорожно-строительную технику новых систем рулевого управления началось относительно недавно. В ходе работы и износа агрегатов рулевого управления снижается их работоспособность. Повышение ресурса требует разработки новых технологий ремонта, средств и методик оценки их технического состояния. Из всех разновидностей испытаний агрегатов в ремонтном производстве наиболее широкое применение нашли динамические испытания. Сложность конструкции агрегатов гидроообъемного рулевого управления не позволяет применять для оценки их работоспособности средства и методики, подходящие к агрегатам старого «поколения». Средства для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей гидрообъемного рулевого управления должны удовлетворять ряду требований и позволять регистрировать все паспортные характеристики испытуемых агрегатов. Проведённый анализ стендового оборудования показал, что ни один из них не соответствует полностью всем необходимым требованиям. В ходе работы была обоснована необходимость разработки стенда для проверки и регулировки насос-дозаторов и гидрорулей и предложена его модель на базе стенда КИ-4518. Разработанное устройство позволяет проводить полную и точную оценку технического состояния агрегатов гидрообъемного рулевого управления, а также сократит трудоемкость данной операции.

Ключевые слова: надежность, насос-дозатор, гидроруль, рулевое управление, ресурс, работоспособность, стенд

TOOLS FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF DOSING PUMPS AND HYDRAULIC STEERING

Chervyakov S.V., Kazakov A.S.

National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: sergey.chevyakov@yandex.ru, alexsandr.cazakov@yandex.ru

The introduction of new steering systems into agricultural and road-building machinery began relatively recently. During operation and wear of steering units, their performance decreases. Increasing the resource requires the development of new repair technologies, tools and methods for assessing their technical condition. Of all the varieties of unit testing in repair production, dynamic testing has found the widest application. The complexity of the design of hydrostatic steering units does not allow the use of tools and techniques suitable for the old-generation units to evaluate their performance. Means for assessing the technical condition of dosing pumps and hydraulic steering valves for hydrostatic steering must satisfy a number of requirements and allow registering all passport characteristics of the tested units. The analysis of bench equipment showed that not one of them fully meets all the necessary requirements. In the course of the work, the necessity of developing a stand for testing and adjusting dosing pumps and hydraulic steering wheels was substantiated, and its model based on the KI-4518 stand was proposed. The developed device will allow for a complete and accurate assessment of the technical condition of hydrostatic steering units, as well as reduce the complexity of this operation.

Keywords: reliability, dosing pump, hydraulic steering wheel, steering, resource, working capacity, stand

Использование в дорожно-строительной и сельскохозяйственной технике гидрообъемного рулевого управления позволяет сократить габариты и массу конструкции, применить свободную компоновку узлов привода, значительно снизить усилие поворота рулевого колеса, тем самым улучшив условия труда оператора. В ходе работы основных элементов системы, насос-дозатора или гидроруля, происходит износ их составных элементов и сопряжений. Вследствие этого ухудшается их работоспособность [1].

Применение гидрообъемного рулевого управления на технике началось в прошлом десятилетии, поэтому можно утверждать, что тема исследования работоспособности насоса-дозатора и гидроруля остается практически неизученной. Работоспособность данных агрегатов, как главного узла гидрообъемного рулевого управления дорожно-строительной и сельскохозяйственной техники, в первую очередь определяет стабильность работы всей системы в целом [2]. Следовательно, разработка средств и методик оценки технического состояния агрегатов гидрообъемного рулевого управления является актуальной.

Материалы и методы исследования

Существуют три основные разновидности оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей: динамические испытания; ресурсные испытания; ускоренные испытания.

В ремонтном производстве основным видом испытаний являются динамические. Они проводятся с целью оценки технического состояния агрегатов в ходе эксплуатации, и на их основе выдается заключение о дальнейшей целесообразности работы агрегата на технике или о направлении его на ремонт. Поэтому в данной работе будут рассматриваться средства для оценки технического состояния при динамических испытаниях.

Для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей используется различное оборудование и методики. В.Я. Обидиным структурированы следующие основные требования, предъявляемые к испытательному оборудованию [3]: воспроизведение цикла испытаний, схожего с рабочим циклом агрегата; возможность протекания испытаний в ускоренном режиме; ресурс испытательного оборудования должен быть в 2–3 раза больше ресурса, чем у испытуемого агрегата; определенная точностью и погрешность измерения испытуемых параметров; соответствие требованиям безопасности и экологичности.

Сложность конструкции насос-дозаторов и гидрорулей не позволяет в их отношении применять методы и средства оценки гидравлических усилителей руля с механической связью. Главная их особенность заключается в наличии гидромотора, связанного с выходным валом и золотником. В условиях, когда в гидромоторе и в золотнике существуют утечки, при повороте рулевого колеса происходит эффект «скольжения». Это возникает за счет перетекания жидкости из одной полости в другую внутри насос-дозатора или гидроруля. Данное явление приводит к появлению следующих особенностей: изменению подаваемого объема в зависимости от режима работы; самопроизвольному движению штока гидроцилиндра при фиксированном повороте вала, либо при его нейтральном положении; повышенным потерям давления; пониженному усилию на рулевом колесе при работе в аварийном режиме. Все вышеуказанные функциональные отличия реализуются в виде соответствующих параметров и характеристик, получаемых при стендовых испытаниях. Несколько параметров и характеристик, такие как «утечки в слив», возврат рулевого вала в «нейтраль», усилие на рулевом валу измеряются так же, как у рулевых механизмов с механической обратной связью.

К основным параметрам оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей следует отнести [4]: объем жидкости, подаваемый за оборот рулевого колеса; крутящий момент (усилие); люфт на рулевом колесе; «скольжение»; потери давления в гидроруле; утечки в слив; давление настройки предохранительного, противоударных и противовакуумных клапанов; наружная герметичность. Точное определение данных параметров на стендах дает понятие о техническом состоянии насос-дозаторов и гидрорулей и позволяет сделать четкое заключение о его выбраковке, направлении на ремонт или дальнейшей эксплуатации.

В настоящее время в ремонтном производстве для оценки технического состояния агрегатов гидрообъемного рулевого управления используются стенды КИ-4815, которые имеются в большинстве предприятий [5, 6]. Проверка работоспособности заключается в визуальной оценке внешней герметичности агрегата, определения скольжения и настройке давления предохранительного и противоударных клапанов. Определение подаваемого объема и усилия на рулевом колесе не представляется возможным. Таким образом, некоторые из основных характеристик, характеризующих работоспособность данных агрегатов, остаются неопределенными.

Рис. 1. Стенд КИ-28097-02М

Рис. 2. Стенд НПО «Микрон»

Рис. 3. Стенд серии СГУ

Рис. 4. Комплекты диагностического оборудования

С целью определения имеющегося на рынке в данный момент оборудования, был выполнен анализ средств для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей, заявленных в данной области. Они представлены на рис. 1–4.

Стенд для испытания и регулировки гидроагрегатов рулевого управления КИ-28097-02МА позволяет контролировать давление настройки предохранительного и противоударного клапанов, расход рабочей жидкости. Эта модель в большинстве используется с целью определения технического состояния насосов НШ, гидрораспределителей и гидростатических трансмиссий. Конструкция стенда не позволяет определять такие показатели, как усилие на рулевом колесе и подаваемый объем жидкости.

Стенд для испытания и регулировки гидроагрегатов рулевого управления КИ-28097-02МА позволяет контролировать давление настройки предохранительного и противоударного клапанов, расход рабочей жидкости. Эта модель в большинстве используется с целью определения технического состояния насосов НШ, гидрораспределителей и гидростатических трансмиссий. Конструкция стенда не позволяет определять такие показатели, как усилие на рулевом колесе и подаваемый объем жидкости.

Испытательный стенд научно-производственного объединения НПО «Микрон» (рис. 2) предоставляет техническую возможность визуальной оценки работы насос-дозаторов и гидрорулей, а также настройку их клапанов [7]. Использование с целью оценки технического состояния агрегатов гидрообъемного рулевого управления является нецелесообразным. Стенды серии СНГ объединения «Стендовое оборудование» с помощью стендового гидроцилиндра позволяют воспроизводить усилие на валу испытуемого агрегата, тем самым имитируя воздействие на агрегат со стороны дороги [8]. Данное оборудование не позволяет провести оценку основных паспортных параметров и характеристик насос-дозаторов и гидрорулей. Имеющееся переносное диагностическое оборудование позволяет проводить диагностику непосредственно на технике без демонтажа, но лишь небольшого ряда параметров.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенный анализ средств для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей гидрообъемного рулевого управления показал, что все модели не позволяют в полной мере оценить паспортные параметры и характеристики насос-дозаторов и гидрорулей. Данное оборудование либо предназначено для проверки и регулировки гидроусилителей рулевого управления с механической связью, либо является универсальным. За столь короткий срок внедрения гидрообъемного рулевого управления в технику промышленность не успела запустить производство специализированных стендов для проверки агрегатов гидрообъемного рулевого управления. Таким образом, в настоящее время разработка оборудования для объективной оценки технического состояния гидрорулей и насос-дозаторов является актуальной.

Поэтому в малом инновационном предприятии ООО «Агросервис» при кафедре технического сервиса машин МГУ им. Н.П. Огарева был разработан специализированный стенд для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей гидрообъемного рулевого управления. Стенд позволяет с высокой точностью определять все паспортные характеристики объектов ремонта. В качестве основы был принят стенд КИ-4815, который был модернизирован. Данный стенд хорошо знаком многим ремонтным предприятиям и имеется в наличии, что существенно сократит затраты при модернизации. На рис. 5 изображена схема устройства для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей.

Разработанное оборудование позволяет проводить регистрацию всех основных паспортных характеристик насос-дозаторов и гидрорулей: объем жидкости, подаваемый за оборот рулевого колеса; крутящий момент (усилие); люфт на рулевом колесе; «скольжение»; потери давления в гидроруле; утечки в слив; давление настройки предохранительного, противоударных и противовакуумных клапанов; наружная герметичность.

Стенд включает в себя две основные части: испытательную и нагрузочную. Испытательная часть состоит из линии подключения насоса к гидрорулю и гидроцилиндру. Нагрузочная часть состоит из питающего насоса, гидрораспределителя и гидроцилиндра который будет создавать нагрузку на исполнительный гидроцилиндр, который подключается к испытуемому гидрорулю или насос-дозатору. Эта схема позволяет моделировать воздействия на управляемые колеса со стороны дороги. С целью повышения точности и качества получаемых результатов в предлагаемой модели стенда устанавливаются современные комплектующие (манометры, гидроаппаратура, датчики и т.д.). В качестве программной среды для обработки показаний датчиков нами будет использоваться комплекс LabView. Он хорошо зарекомендовал себя в предыдущих работах [9].

Для качественной оценки эффективности работы стенда были в две стадии проведены эксперименты по определению точности регистрируемых данных и получаемых результатов во время испытаний. Первая – это проверка показаний датчиков в статическом положении. Второй этап – это проведение испытаний новых гидрорулей в трехкратной повторности, сравнении полученных данных с известными результатами и проверка их сходимости.

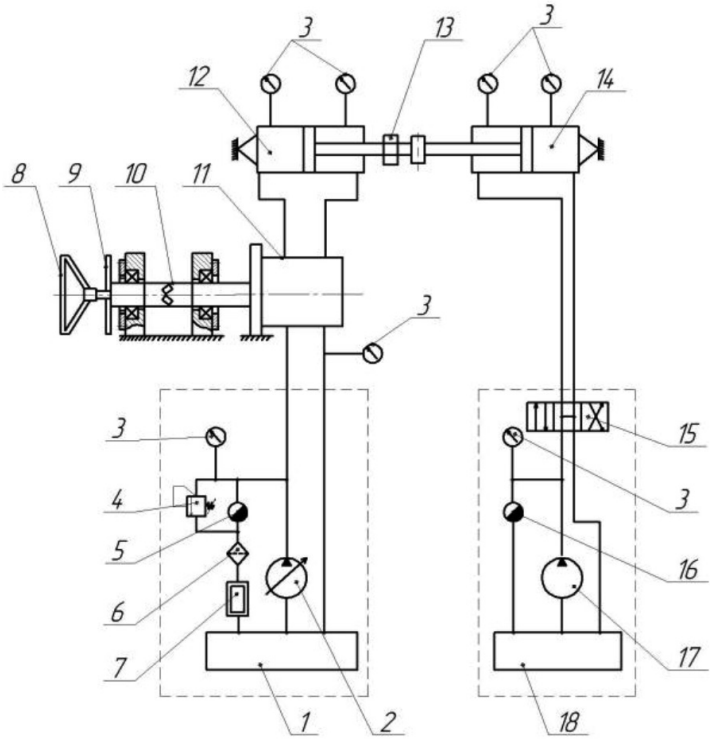


Рис. 5. Схема устройства для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей: 1, 18 – бак для масла; 2, 17 – насос; 3 – манометр; 4 – предохранительный клапан; 5, 16 – нагружающее устройство; 6 – фильтрующий элемент; 7 – радиатор охлаждения; 8 – руль; 9 – люфтомер; 10 – датчик крутящего момента; 11 – насос-дозатор (гидроруль); 12, 14 – гидроцилиндры; 13 – датчик перемещения; 15 – гидрораспределитель

Для этого нами были в качестве основных параметров для проведения эксперимента выбраны крутящий момент и давления настройки клапанов. Проверку точности измерения и отображения величины крутящего момента проводили следующим образом. К выходной стороне вала, на котором находятся тензодатчики (рис. 5), подвешивались образцовые гири 4-го разряда, при помощи которых проводилось статическое нагружение. Величина плеча для нагрузки равнялась 0,2 м. При этом необходимо было предварительно вал зафиксировать. Нами в качестве проверочного был принят диапазон 0–20 Нм. Именно данное усилие регистрируется на новых агрегатах. Проверку диапазона проводили путем последовательного наложения на подвес 10 образцовых гирь 4-го разряда массой 0,5; 0,5; 1,0; 1,0; 1,0; 1,0 кг. Измерения в каждой точке проводились в трехкратной повторности. Результаты представлены в табл. 1.

Расчет погрешности проводился по формуле

$$\delta = \frac{N - N_{\text{дейст}}}{N_{\text{верх.предел}}} \cdot 100,$$

где δ – приведенная погрешность в %;

N – заданное при помощи грузов значение момента;

пдейст – действительная значение момента;

п верх.предел – верхний предел проверяемого диапазона в мин$^{-1}$.

Таблица 1

Определение погрешности измерения крутящего момента

Величина момента, Нм	Показания, Нм	Погрешность, %
2	2,11	0,55
4	4,11	0,55
8	8,16	0,08
12	12,19	0,95
16	16,20	1
20	20,23	1,15

Из табл. 1 видно, что погрешность измерений не превышает 2 %, что удовлетворяет требованиям ГОСТ.

Проверка показаний давления датчиков проводилась путем подключения эталонных манометров в напорную линию и определения погрешности измерения. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Определение погрешности измерения датчиками давления

Величина настройки предохранительного клапана, МПа	Показания стендового манометра, МПа	Погрешность,%
20	20	0
40	39.5	0,31
80	81	0,06
120	120	0
160	159	0,6

Таблица 3

Результаты исследования

Показатель	Паспортное значение	Экспериментальное значение			Погрешность,%
Объем жидкости, $см^3$/об.	144	143	143	142	0,9
Скольжение, об/мин	не более 2	0,5	0,6	0,5	–
Давление настройки предохранительного клапана, МПа	150	152	150	151	0,7

Второй этап состоял из проведения испытания новых гидрорулей марки ХУ145 0/1. Для чистоты эксперимента была принята трехкратная повторность. Полученные результаты сравнивались с паспортными значениями.

В качестве основных регистрируемых параметров были приняты значение крутящего момента на рулевом колесе, скольжение и объем жидкости, подаваемой за оборот рулевого колеса. Полученные экспериментальные данные представлены в табл. 3.

По полученным результатам можно сказать, что присутствует необходимая повторяемость результатов исследований. При сравнении полученных на разработанном оборудовании данных с эталонными, было выяснено, что они отличаются на величину, удовлетворяющую требованиям ГОСТ.

Проведенная оценка эффективности работы оборудования позволяет сделать вывод, что устройство для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей позволяет проводить полную и точную оценку технического состояния агрегатов гидрообъемного рулевого управления. Это что показали испытания, проведенные в МИП ООО «Агросервис».

Выводы

Проведенный анализ средств для оценки технического состояния насос-дозаторов и гидрорулей гидрообъемного рулевого управления показал, что ремонтные предприятия нуждаются в специализированном оборудовании для ремонта агрегатов такого типа. Наличие оборудования, которое с высокой точностью позволяет определять все паспортные характеристики объектов ремонта, позволяет с высокой точностью определить остаточный ресурс агрегата и заранее спланировать его обслуживание и ремонт.

Предлагаемое оборудование позволит существенно сократить затраты времени на испытание, а также повысить достоверность и точность получаемых результатов.

Список литературы

1. Сенин П.В., Давыдкин А.М., Червяков С.В. Исследование факторов, приводящих к изнашиванию деталей насос-дозаторов и гидрорулей гидрообъемного рулевого управления // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник трудов международной конференции. Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2014. С. 306–311.

2. Сенин П.В., Давыдкин А.М., Червяков С.В. Насос-дозатор как основной элемент системы гидрообъемного рулевого управления // Энергоэффективность технологий и средств механизации в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ФГБОУ ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева" и 50-летию кафедры сельскохозяйственных машин. Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2011. С. 199–204.

3. Обидин В.Я., Пашкевич В.В., Смольяков А.И., Кравцов В.В. Стендовые испытания гидрорулей строительных машин // Строительные машины . 1991. № 5. С. 1–42.

4. Калмыков В.Н., Пашкевич В.В. Системы рулевого управления строительных и дорожных машин. 3 изд. М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1985. 38 с.

5. Сенин П.В., Давыдкин А.М., Червяков С.В. Технологии ремонта насосов-дозаторов и гидрорулей в условиях существующего ремонтного производства // Энергоэффективные и ресурсосберегаюие технологии и системы. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию института механики и энергетики. Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2012. С. 364–369.

6. Щербаков В.С., Жданов А.В. Оптимизация конструктивных параметров гидравлических рулевых механизмов строительных и дорожных машин: монография. Омск: СибАДИ, 2010. 176 с.

7. НПО «Микрон». [Электронный ресурс]. URL: www.npomikron.ru/stenddwuhpotok.html (дата обращения: 28.08.2019).

8. ПО «Стендовое оборудование». [Электронный ресурс]. URL: www.dta-stend.ru (дата обращения: 28.08.2019).

9. Сенин П.В., Ионов П.А., Кузнецов В.В., Столяров А.В., Земсков А.М., Лезин П.П. Оценка триботехнических свойств конструкционных материалов // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. С. 168–176.

УДК 621.8:532.5:66.021.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКОВ НА МАССООБМЕННОЙ ПРЯМОТОЧНОЙ СТРУЙНОЙ ТАРЕЛКЕ

Шибитова Н.В., Ву Минь Тханг, Гущина Л.В.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: natanik@vstu.ru

В статье приведены результаты экспериментальных исследований гидродинамики прямоточной струйной массообменной тарелки с переливным устройством подвесного типа, которая может быть применена при переработке попутных природных газов и других, склонных к пенообразованию растворов. Разработчикам трудно оценить влияние пены на размеры массообменных аппаратов, поэтому они вынуждены увеличивать число тарелок и диаметр аппаратов, а расстояние между тарелками выбирают более 500 мм. Применение отбойных элементов на тарелках уменьшает унос жидкости на вышерасположенную тарелку, но увеличивает циркуляцию газа через переливное устройство, что снижает движущую силу массообмена. Разработанная авторами конструкция струйной массообменной тарелки позволяет увеличить производительность за счет увеличения рабочей площади тарелки, поскольку гидрозатвор расположен в межтарельчатом пространстве. Кроме того, переливное устройство занимает не всю площадь сегмента для перелива, а остается проход для жидкости, причем сливная перегородка находится с задней стороны выступающей части перелива. Передняя стенка переливного устройства имеет высоту 100–150 мм, что значительно снижает переброс жидкости непосредственно в переливной карман, причем за счет сил инерции парожидкостного потока на передней стенке происходит сепарация, жидкая фаза стекает вниз и обтекает вокруг переливного устройства, а газовая (паровая) фаза направляется в контактные элементы. В результате проведенных исследований получены графические зависимости гидравлического сопротивления тарелок при различных расходах газа и жидкости для разных высот передней стенки переливного устройства, а также исследовано движение потоков на прямоточной тарелке. Показано, что путем конструктивных изменений можно влиять на распределение потоков по полотну тарелки.

Ключевые слова: гидродинамика, струйная тарелка, массообмен, гидрозатвор, гидравлическое сопротивление

STUDY OF FLOW HYDRODYNAMICS ON MASS EXCHANGE STRAIGHT-FLOW JET PLATE

Shibitova N.V., Vu Min Tkhang, Guschina L.V.

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education State «Volgograd State Technical University», Volgograd, e-mail: natanik@vstu.ru

The article presents the results of experimental studies of hydrodynamics of straight-flow jet mass exchange tray with overflow device of suspended type, which can be used in processing of associated natural gases and other solutions prone to foaming. It is difficult for developers to assess the influence of foam on the dimensions of mass exchange apparatuses, so they have to increase the number of trays and the diameter of the apparatuses, and the distance between the trays is chosen more than 500 mm. The use of fenders on trays reduces fluid entrainment to an upstream tray, but increases gas circulation through an overflow device, which reduces the driving force of mass transfer. The design of the jet mass exchange tray developed by the authors allows to increase productivity due to increase of the working area of the tray, as the hydraulic lock is located in the inter-tray space. In addition, the overflow device does not occupy the entire area of the overflow segment, but remains a liquid passage, the drain partition being on the rear side of the overflow projection. The front wall of the overflow device has a height of 100-150 mm, which significantly reduces the transfer of liquid directly into the overflow pocket, wherein due to the inertia forces of the vapor-liquid flow on the front wall there is separation, the liquid phase flows down and flows around the overflow device, and the gas (vapor) phase is directed to the contact elements. As a result of carried out investigations there obtained are graphical dependencies of hydraulic resistance of trays at different flow rates of gas and liquid for different heights of front wall of overflow device, as well as motion of flows on straight-flow tray is investigated. It is shown that by means of design changes it is possible to influence the distribution of flows over the tray web.

Keywords: hydrodynamics, jet plate, mass transfer, hydraulic seal, hydraulic resistance

В химической, нефтехимической и пищевой промышленности широко применяются для проведения массообменных процессов тарельчатые массообменные аппараты. Несмотря на то, что в настоящее время разработаны сотни конструкций массообменных тарелок, появляются новые конструктивные разработки, направленные на решения конкретных задач, связанных с повышением эффективности массообменных процессов, снижением энергозатрат. Однако практически отсутствуют разработки, связанные с разделением пенящихся растворов, хотя они встречаются во многих процессах переработки попутных углеводородных газов [1, 2].

Образующаяся пена при проведении массообменного процесса, с одной стороны, увеличивает взаимодействие между фазами, с другой стороны, заполняя межтарельчатое пространство, нарушает гидродинамику процесса, что снижает эффективность массообмена. При этом происходит циркуляция фаз, на вышерасположенную тарелку уносится жидкость, а через переливное устройство пузырьки

пара. Ввод пенообразующих добавок полностью не решает проблему [1].

Не зная степень пенообразования сред, трудно учесть влияние свойств системы на размеры контактных элементов тарелки, на размеры переливных устройств и в конечном счете на производительность колонны. Поэтому проектировщики тарельчатых массообменных аппаратов просто занижают производительность колонны и увеличивают расстояние между тарелками до 500 мм и более. Установка отбойников на массообменных тарелках снижает унос жидкости, но значительно увеличивает перенос газовых пузырьков через переливное устройство [3]. В данной работе описаны особенности конструкции прямоточной струйной массообменной тарелки с переливным устройством подвесного типа, позволяющие улучшить сепарацию газа за счет изменения потоков парожидкостной среды по полотну тарелки [4].

Цель работы: проведение экспериментальных исследований гидродинамики прямоточной струйной тарелки.

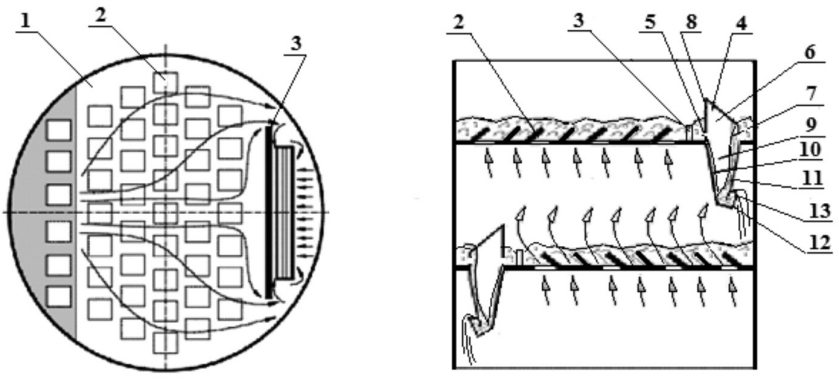
Материалы и методы исследования

Для решения поставленной цели разработана экспериментальная установка [5], состоящая из прозрачной колонны диаметром 500 мм со струйными прямоточными тарелками с разными наклонами пластин контактных элементов и оборудованная приборами КИП. Исследования проводились по стандартной методике [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования гидродинамики прямоточных струйных массообменных тарелок с переливными устройствами подвесного типа проводились на экспериментальной установке, состоящей из прозрачной колонны диаметром 0,5 м, в которой установлены две струйные тарелки с контактными элементами, представляющими собой отогнутые П-образные пластины, вырезанные непосредственно в полотне тарелки. Угол наклона пластин в экспериментальных исследованиях составлял 16 и 18 °. В технической литературе рекомендуется принимать угол наклона пластин 10–30 ° [3]. Гидродинамические исследования проводились на системе «воздух – вода». Конструктивные особенности прямоточных струйных тарелок с переливными устройствами подвесного типа проработаны и описаны в работе [6, 7].

В настоящее время не удается сформулировать обоснованные рекомендации по методике расчета и выбору конструктивных характеристик массообменных тарелок, применяющихся в реальных процессах и условиях разделения. Поэтому проектировщики химического оборудования вынуждены увеличивать диаметр и высоту колонных тарельчатых аппаратов. Так, в [8] отмечается, что при очистке углеводородных газов «для абсорбера тарельчатого типа она (высота) зависит от числа тарелок, необходимых для обеспечения требуемой степени очистки газа. Учитывая, что коэффициент полезного действия тарелок не превышает 25–40 %, число их обычно принимается равным 25–30 шт. Из-за возможного вспенивания раствора обычно расстояние между тарелками принимается равным 500 мм».



а) *б)*

Рис. 1. Прямоточная массообменная тарелка с переливным устройством подвесного типа: а – направление потоков на тарелке; б – схема работы массообменной тарелки. 1 – полотно тарелки; 2 – контактные элементы; 3 – форпланка; 4 – переливное устройство; 5 – сливные щели; 6 – выступающая часть; 7 – переливная планка; 8 – передняя стенка выступающей части; 9 – переливной карман; 10 – передняя грань переливного кармана; 11 – отбойник; 12 – дно; 13 – сливная планка

Следовательно, эффективность массообмена зависит в большей степени от гидродинамических условий на тарелке, особенно для прямоточных струйных тарелок, применяемых для растворов, склонных к пенообразованию.

Исследуемая конструкция прямоточной массообменной тарелки с переливным устройством подвесного типа повышает эффективность работы за счет увеличения высоты передней стенки переливного устройства до 100–150 мм, что позволяет значительно улучшить сепарацию газожидкостного потока, а также практически полностью исключить переброс вспененной жидкости непосредственно в переливной карман.

На рис. 1 изображена прямоточная массообменная тарелка с переливным устройством подвесного типа и направлением движения потоков по полотну тарелки и обтеканием жидкостью периметра перелива (затемненная область – увеличение рабочей поверхности).

С целью увеличения пропускной способности переливного устройства по жидкости в его выступающей части выполнены щели на уровне полотна тарелки. Форпланка, установленная перед переливным устройством, направляет газожидкостной поток на его переднюю стенку, а также исключает возврат осветленной жидкости в прорези контактных элементов [5].

При работе прямоточной тарелки жидкость из переливного устройства стекает по сливной планке и направляющей пластине на полотно тарелки, образуя определенный уровень в начальной зоне тарелки, затем жидкость захватывается потоком газа, смешивается с ним и перемещается в виде газожидкостного потока к переливному устройству. В зависимости от расхода газа, расхода жидкости, угла наклона пластин контактных элементов на тарелке создается определенный гидродинамический режим. Результатами экспериментальных исследований подтверждаются выводы [3] об увеличении угла вылета струи под действием подъемной силы. При величине наклона пластины 16° угол разбрызгиваная составлял 22°, а при наклоне пластин 18° угол достигал 32–34°. Следует отметить, что визуально при меньшем наклоне пластин максимум подъема струи наблюдался на большем расстоянии от прорези в тарелке, но при этом распыление жидкости было хуже.

При стабильной работе массообменной тарелки газожидкостной поток попадал на наклоненную в сторону перелива форпланку, которая направляла этот поток на переднюю стенку выступающей части переливного устройства. При ударе струи в стенку газожидкостной поток под действием сил инерции разделялся на газовую фазу, которая смещалась к стенке колонны, а затем в контактные элементы вышерасположенной тарелки. Жидкость стекала по передней стенке на полотно тарелки, часть осветленной жидкости попадала в сливные отверстия, другая часть огибала переливное устройство с обеих сторон и через переливной порог задней стенки перелива стекала в переливной карман, представляющий собой закрытый объем, разделенный отбойником на две полости, образующие сообщающиеся сосуды.

На рис. 2 приведена расчетная схема действия сил: верхняя часть переливного устройства находится в межтарельчатом пространстве над тарелкой, где действует давление $P_{верх}$, а нижняя часть находится в межтарельчатом пространстве под тарелкой, где давление $P_{ниж}$, эти пространства сообщаются через переливное устройство. При отсутствии дренажных отверстий в дне переливного устройства уровень жидкости устанавливается по верхнему краю сливной планки. На работающей установке в переливном кармане устанавливается определенный уровень жидкости в соответствии с давлениями в надтарельчатом и подтарельчатом пространствах.

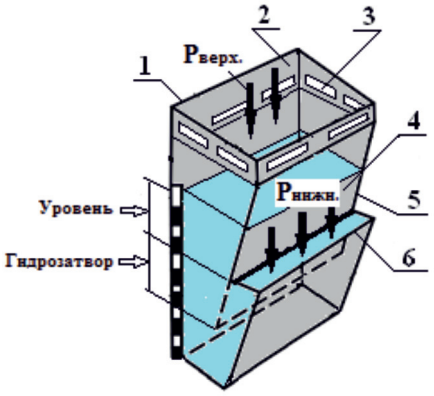


Рис. 2. Расчетная схема действия сил в переливном устройстве: 1 – передняя планка; 2 – выступающая часть перелива; 3 – сливные отверстия; 4 – переливной карман; 5 – отбойник; 6 – сливная планка

Так как давление $P_{ниж.}$ определяется гидравлическим сопротивлением орошаемой тарелки $P_{ор.т.}$ и сопротивлением переливного устройства $P_{пер.уст.}$, то

$$P_{ниж.} = P_{ор.т.} + P_{пер.уст.}. \quad (1)$$

Сопротивление переливного устройства определялось экспериментально. Зная производительность и размеры выходного сечения переливного устройства, рассчиты-

валась скорость течения жидкости в переливном устройстве $v_{жi}$ из уравнения неразрывности [9]

$$v_{ж\,i} = \frac{q_{vi}}{F_{вых}}, \qquad (2)$$

где q_{vi} – объемный расход жидкости, м^3/с;
$F_{вых}$ – площадь выходного сечения, м^2.

Уровень жидкости в переливном кармане соответствовал сопротивлению переливного устройства при данном расходе жидкости, тогда сопротивление переливного устройства [10]

$$\Delta p_{пер.i} = \zeta_{об.i} \cdot \rho_{ж} \frac{v_{жi}^2}{2}, \qquad (3)$$

где $\zeta_{об.i}$ – коэффициент сопротивления переливного устройства;
$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м^3.

Из уравнения (3) рассчитывался коэффициент сопротивления $\zeta_{об.i}$

$$\zeta_{об.i} = \frac{2\Delta p_{пер.i}}{\rho_{ж} \cdot v_{жi}^2}.$$

При подаче жидкости и воздуха уровень жидкости в переливном устройстве поднимался, так как в подтарельчатом пространстве в соответствии с уравнением (1) действует сопротивление тарелки, которое больше давления в надтарельчатом пространстве.

На рис. 3 представлены результаты экспериментальных исследований влияния расхода жидкости и расхода воздуха на разность уровня (превышение уровня жидкости над высотой сливной планки) для тарелки с углом наклона пластин 16° (верхние кривые) и тарелки с углом наклона пластин 18° (нижние кривые).

Очевидно, что уровень жидкости выше для тарелки с большим гидравлическим сопротивлением, т.е. у тарелки с углом наклона пластин 16°. Важной характеристикой переливного устройства является его пропускная способность [11, 12]. В экспериментальных исследованиях предельная скорость по жидкости достигала 0,427 м/с.

На рис. 4 приведены результаты исследований гидравлического сопротивления разработанной конструкции тарелки при высоте передней стенки переливного устройства 50 мм.

С увеличением расхода жидкости и воздуха сопротивление тарелки увеличивалось, причем, для различных диапазонов расхода жидкости рост сопротивления изменялся, что связано с переходом на другие режимы работы тарелки. Для тарелок с высотой передней стенки 100 и 150 мм сопротивление увеличивалось в среднем на 2–3 мм вод. ст. Разработанная конструкция может быть рекомендована для работы со слабопенящимися средами.

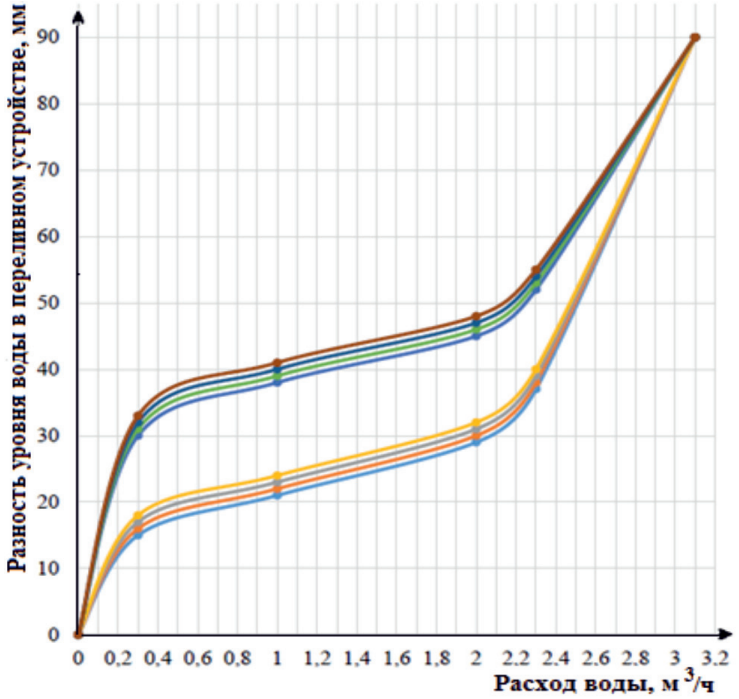


Рис. 3. График зависимости разности уровня жидкости в переливном устройстве на верхней и нижней тарелках в зависимости от расхода воды (при расходе воздуха 600–710 м^3/ч)

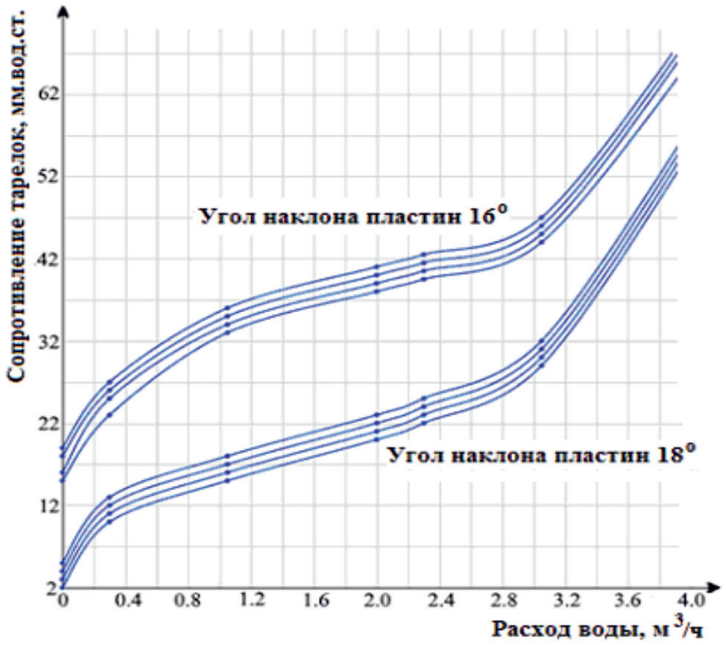


Рис. 4. Гидравлическое сопротивление тарелок в зависимости от расхода воды (при расходе воздуха 600–710 м³/ч)

Заключение

В данной работе разработана конструкция прямоточной тарелки с переливным устройством подвесного типа, позволяющая изменить движение потоков по полотну тарелки, что значительно улучшает сепарацию газовой фазы, а также снизить до минимума циркуляцию пузырьков газа через переливное устройство.

В результате экспериментальных исследований установлены зависимости гидравлического сопротивления струйных тарелок, угла разбрызгивания жидкости в контактных элементах от расхода жидкой фазы и газового потока с углами наклона пластин с трехсторонним вырезом в 16 и 18 ° и высотой передней стенки переливного устройства 50 мм, 100 мм и 150 мм.

В работе определены режимы захлебывания переливного устройства при следующих расходах жидкости: для высоты передней стенки 50 мм – 3,05 м³/ч, для высоты передней стенки 100 мм – 3,3 м³/ч, для высоты передней стенки 150 мм – 3,62 м³/ч.

Полученные результаты экспериментальных исследований позволяют оценить влияние отдельных конструктивных параметров на гидродинамику разработанной конструкции массообменной тарелки.

Список литературы

1. Берлин М.А., Гореченков В.Г., Капралов В.П. Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов. Краснодар: Советская Кубань, 2012. 517 с.

2. Кузнецов А.А., Кагерманов С.М., Судаков Е.Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Изд. 2-е пер. и доп. Л.: Химия, 1974. 344 с.

3. Стабников В.Н. Расчет и конструирование контактных устройств ректификационных и абсорбционных аппаратов. Киев: Техника, 1970. 208 с.

4. Шибитова Н.В., Шибитов Н.С., Голованчиков А.Б., Новиков А.Е. Прямоточная массообменная тарелка для процессов разделения газовых и жидких сред // П. м. РФ № 172835. Патентообладатель ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». 2017. Бюл. № 21. С. 6.

5. Михалев Д.О. Разработка конструкции и экспериментальные исследования прямоточной струйной тарелки // Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета (Волгоград, 16–19 мая 2017 г.): тез. докл. В 2 ч. Ч. 1 (направления 1–9) / редкол.: А.В. Навроцкий (отв. ред.) [и др.]. Волгоград: ВолгГТУ, 2017. С. 112.

6. Шибитова Н.В., Шибитов Н.С., Голованчиков А.Б., Полупан И.В. Новая конструкция массообменной тарелки с переливным устройством подвесного типа // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2014. № 10. С. 18–21.

7. Шибитова Н.В., Михалев Д.О., Попова А.Д. Новые конструкции переливных устройств для массообменных тарелок колонных аппаратов // Современные наукоёмкие технологии. 2018. № 9. С. 145–149.

8. Абсорберы тарельчатого типа. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. [Электронный ресурс]. URL: https://www.chem21. info/info/1505117 (дата обращения: 14.08.2019).

9. Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Учебник: в 2 кн. 5-е изд. (эл.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 1758 с.

10. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и основы конструирования. М.: Химия, 1978. 280 с.

11. Ларькин А.В. Исследование гидродинамики и массопередачи на прямоточной клапанной-ситчатой тарелке новой конструкции: дис…. канд. техн. наук. Москва, 2014. 165 с.

12. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие. М.: Химия, 2011. 1229 с.