СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 7, 2019

ISSN 1812–7320

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,969
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,407

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 каталогу «Роспечать» – 70062

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 = 0,969.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,407.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
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 – 22.07.2019
Дата выхода номера – 22.08.2019

Формат 60×90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»
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. 30,5
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2019/7
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00)

СТАТЬИ

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВА АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗЛИВА ПЛАВКИ НА МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

Аксенов К.А., Антонова А.С., Дубовик М.Д., Перескоков С.А. 9

МОДЕЛЬ РЕСУРСОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Вивчарь Р.М., Решетников Д.В., Пачин А.В., Поляков С.А. 15

ВЫБОР СРЕДСТВА ПРЕЦИЗИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ РАСХОДОВ ГАЗА

Высочкин А.В., Портнов Е.М., Теплова Я.О., Николаев А.В., Слюсарь В.В. 20

РАЗВИТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ. G-МЕТОД

Гавришин А.И. 25

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДБОРА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ IN VITRO

Иващук О.А., Щербинина Н.В., Забнин С.А. 30

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ СПУТНИКА ДЛЯ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПОЛЕЙ ГАЛУА

Калмыков И.А., Степанова Е.П., Чистоусов Н.К., Калмыков М.И., Тынчеров К.Т. 35

ТОНКАЯ НАСТРОЙКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧАХ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Килин Г.А., Кавалеров Б.В., Шулаков Н.В., Ждановский Е.О. 41

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Культин Д.Н. 45

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Лысяков А.И., Сарайкин М.Н., Кургунов М.А., Глухов С.Н. 51

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Мартиросян А.В., Мартиросян К.В., Манторова И.В., Кутовой И.Н. 59

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА УГЛЕРОДНЫЕ ЛЕНТЫ С МЕДНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Нелюб В.А., Федоров С.Ю., Бурченкова Т.Д., Панфилов Ю.В. 65

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нуриев Н.К., Обади А.А., Печеный Е.А., Старыгина С.Д. 70

БЕЗОПАСНОСТЬ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ

Поляков Н.Н., Пуртинов А.М., Легконогих А.Н., Никишина Т.Г., Черкесова Л.В. 78

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

Пучков А.Ю., Василькова М.А. *85*

МЕТОД ТОЧНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА НА ОСНОВЕ РАЗРЯДНОГО РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ

Ромм Я.Е., Белоконова С.С. *90*

ОТРАСЛЕВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАЯВОК В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНТОВ

Сироткин А.В., Старикова О.А. *99*

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Шакирова А.И., Хасьянов А.Ф., Даутов Э.Ф. *104*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И АГРЕГАТОВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ

Яблокова М.А., Зайцев Н.С., Хасаев Р.А. *110*

ОБЗОРЫ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОРЕБРЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Афанасьева И.В. *114*

РАЗВИТИЕ СТЕНДОВ ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Денисова Е.В., Черникова М.А. *122*

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

СТАТЬИ

НОРМАТИВНАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНОВЛЕНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

Акимова Л.А. *132*

ГУМАНИЗМ ДЖ.П. НАЙКА В РЕФОРМИРОВАНИИ НАЧАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ИНДИИ В XX ВЕКЕ

Асланов Д.И., Мартынова Е.О., Голубова М.И. *137*

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Бутина Ю.В., Кораблина М.В. *146*

ВЗАИМООБУСЛОВЛЕННОСТЬ ГОТОВНОСТИ СТАРШЕКУРСНИКОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МАРШРУТА И РЕАЛИЗАЦИИ ИХ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гетман Н.А., Котенко Е.Н., Галянская Е.Г. *151*

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОСОБЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

Евтушенко И.В., Симонов А.П., Хузина Л.Р., Армянинова К.А., Закиров Р.З., Евтушенко А.И., Ерошина Г.Ю., Любимова Т.Л., Соловьева И.Л., Осокина С.А. *157*

УЧИТЬ УЧИТЬСЯ

Егорова И.П., Саксонова Л.П. *164*

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Ефремова Н.Ф. *169*

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОМУ ДИЗАЙНУ
НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕНСОРНОГО САДА
НА ТЕРРИТОРИИ ШКОЛЫ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Иванова О.Г., Копьёва А.В., Храпко О.В. *175*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ТРЕНАЖЕРНЫХ
КОМПЛЕКСАХ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА

Киргинцев М.В., Пеньков Н.А., Свиридов С.Г., Дьяков Д.Е. *181*

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОБУЧЕНИЕМ ЛЕКСИКЕ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ МГТУ ИМ Г.И. НОСОВА

Кисель О.В., Дубских А.И., Бутова А.В., Зеркина Н.Н. *185*

ВЛИЯНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРЕЛКА
НА ЕГО ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВО ВРЕМЯ СТРЕЛЬБЫ

Кудрявцев Р.А., Тимошенко Л.И., Кособлик Е.В., Гуц С.И. *190*

ПРОБЛЕМА УСВОЕНИЯ МЕСТОИМЕНИЙ МЛАДШИМИ ШКОЛЬНИКАМИ

Николаева Е.А. *195*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ
АСПИРАНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ

Ольховик Н.Г., Липатова Е.Г., Воздвиженская А.В. *200*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕЛОВЫХ ИГР В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ ГЕНЕТИКИ» КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВ
КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ

Орлянская Т.Я., Володичева Т.Б., Актушина Г.А. *205*

ФОРМИРОВАНИЕ ФОРСАЙТ-КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

Панфилова В.М., Панфилов А.Н., Газизова А.И. *210*

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВ
ГРАЖДАНИНА-ПАТРИОТА СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ ДИЗАЙНЕРОВ

Савченко Е.А., Илюшина О.В. *215*

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРАТОРА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Свердев Р.Г. *219*

МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОРТФОЛИО

Суховиенко Е.А., Абдрахимова Д.И. *224*

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЛОДЕЖИ В ПРОЦЕССЕ
ВОЛОНТЕРСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Харьковская Е.В., Белецкая Е.А., Посохова Н.В., Гламазда С.Н. *230*

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРОДСКИХ ЭКСКУРСИЙ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ
ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Шевченко И.А., Соткина С.А., Бикмаева А.В.,
Коллегаева Н.М., Бурлака А.А., Жуковская И.Е. *235*

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСОДИЧЕСКОЙ СТОРОНЫ РЕЧИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА
С ОТКЛОНЕНИЯМИ В ОВЛАДЕНИИ РЕЧЬЮ СРЕДСТВАМИ ЭТНОПЕДАГОГИКИ

Шереметьева Е.В., Беспоместных О.А. *240*

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00)

ARTICLES

APPLICATION OF THE PROCESS PARAMETER ANALYSIS TREE FOR STABILITY CONTROL OF CONTINUOUS CASTING MACHINE

Aksenov K.A., Antonova A.S., Dubovik M.D., Pereskokov S.A. 9

MODEL THE INTENSITY OF THE PROCESS OF PREPARATION OF A SPACE ROCKET

Vivchar R.M., Reshetnikov D.V., Pachin A.V., Polyakov S.A. 15

THE CHOICE OF PRECISION MEASUREMENT SMALL GAS CONSUMPTION

Vysochkin A.V., Portnov E.M., Teplova Ya.O., Nikolaev A.V., Slyusar V.V. 20

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DIGITAL CLASSIFICATION TECHNOLOGY. G-METHOD

Gavrishin A.I. 25

NEURAL NETWORK APPROACH TO AUTOMATING THE SELECTION OF NUTRIENT ENVIRONMENT FOR CULTIVATION OF PLANTS UNDER IN VITRO CONDITIONS

Ivaschuk O.A., Shcherbinina N.V., Zabnin S.A. 30

THE METHOD OF CONSTRUCTING THE AUTHENTICATION SYSTEM OF THE SATELLITE FOR A LEO SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM ON THE BASIS OF INTEGER ALGEBRAIC STRUCTURES OF GALOIS FIELDS

Kalmykov I.A., Stepanova E.P., Chistousov N.K., Kalmykov M.I., Tyncherov K.T. 35

NEURAL NETWORK FINE CONFIGURATION IN THE PROBLEMS OF RECEIVING A MATHEMATICAL MODEL OF A GAS-TURBINE ELECTRIC POWER STATION

Kilin G.A., Kavalerov B.V., Shulakov N.V., Zhdanovskiy E.O. 41

AUTOMATION OF PROJECT PORTFOLIO COMPOSITION PROCESS BY MEANS OF EXPERT SYSTEM

Kultin D.N. 45

METHOD OF EVALUATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS OF THE COOLING SYSTEM

Lysyakov A.I., Saraykin M.N., Kurgunov M.A., Glukhov S.N. 51

AUTOMATION OF A MINERAL WATER FIELDS EXPLOITING PROCESS

Martirosyan A.V., Martirosyan K.V., Mantorova I.V., Kutovoy I.N. 59

MODELING OF THERMAL LOADS ARISING BY ELECTRICAL FIELDS EFFECT ON CARBON TAPES WITH COPPER COATING

Nelyub V.A., Fedorov S.Yu., Burchenkova T.D., Panfilov Yu.V. 65

MATHEMATICAL MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF DESIGN – CONSTRUCTIVE ABILITIES IN ACTIVITIES

Nuriev N.K., Obadi A.A., Pechenyy E.A., Starygina S.D. 70

SECURITY USER AUTHENTICATION PAYMENT SYSTEM

Polyakov N.N., Purtinov A.M., Legkonogikh A.N., Nikishina T.G., Cherkesova L.V. 78

SYSTEM ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF THE USE OF APATIT-NEFELINE WASTE WASTES OF MINING-PROCESSING COMBINATES

Puchkov A.Yu., Vasilkova M.A. 85

ACCURATE METHOD OF INFORMATION RETRIEVAL BASED ON BIT PARALLELISM
Romm Ya.E., Belokonova S.S. 90

BRANCH IDENTIFICATION OF DEMANDS IN THE AUTOMATED EXPERT SYSTEM OF DISTRIBUTION OF GRANTS
Sirotkin A.V., Starikova O.A. 99

REDUCTION OF TESTING TIME SOFTWARE
Shakirova A.I., Khasyanov A.F., Dautov E.F. 104

IMPROVEMENT OF PROCESSES AND UNITS FOR LOCAL TREATMENT OF SURFACE WATER
Yablokova M.A., Zaytsev N.S., Khasaev R.A. 110

REVIEWS

PROMISING METHODS OF FINNING HEAT EXCHANGERS
Afanasyeva I.V. 114

DEVELOPMENT OF SEMI-DURABLE MODELING STANDS FOR THE RESEARCH OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF A GAS-TURBINE ENGINE
Denisova E.V., Chernikova M.A. 122

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

ARTICLES

NORMATIVE CONDITIONALITY AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF FORMATION OF CULTURE OF SAFE LIFESTYLE OF THE FUTURE TEACHERS
Akimova L.A. 132

THE HUMANISM OF J.P. NIKE IN REFORMING ELEMENTARY EDUCATION IN INDIA IN XX CENTURY
Aslanov D.I., Martynova E.O., Golubova M.I. 137

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE IN THE PROCESS OF A FOREIGN LANGUAGE LEARNING
Butina Yu.V., Korablina M.V. 146

INTERACTION OF READINESS OF SENIORS OF MEDICAL HIGHER EDUCATION INSTITUTION FOR THE DESIGN OF INDIVIDUAL EDUCATIONAL ROUTE AND REALIZATION OF THEIR CONTINUOUS MEDICAL EDUCATION IN PROFESSIONAL ACTIVITIES
Getman N.A., Kotenko E.N., Galyanskaya E.G. 151

CREATING SPECIAL CONDITIONS FOR ADDITIONAL EDUCATION OF STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS
Evtushenko I.V., Simonov A.P., Khuzina L.R., Armyaninova K.A., Zakirov R.Z., Evtushenko A.I., Eroshina G.Yu., Lyubimova T.L., Soloveva I.L., Osokina S.A. 157

TEACH TO STUDY
Egorova I.P., Saksonova L.P. 164

CONCEPTUAL MODEL OF EVALUATION OF COMPETENCE OF STUDENTS
Efremova N.F. 169

A SENSORY GARDEN ON THE PREMISES OF A PRIMORSKY KRAI SCHOOL FOR VISUALLY-IMPARED CHILDREN AS AN EXAMPLE OF UNIVERSAL DESIGN TRAINING PECULIARITIES
Ivanova O.G., Kopeva A.V., Khrapko O.V. 175

THE APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY IN THE TRAINING FACILITIES FOR TECHNICAL STAFF

Kirgintsev M.V., Penkov N.A., Sviridov S.G., Dyakov D.E. *181*

PROBLEMS OF TEACHING VOCABULARY THE STUDENTS OF NONLINGUISTIC SPECIALTIES AT NMSTU

Kisel O.V., Dubskikh A.I., Butova A.V., Zerkina N.N. *185*

INFLUENCE OF SPECIFIC FEATURES OF THE SHOOTER ON ITS PSYCHOLOGICAL STATE DURING FIRING

Kudryavtsev R.A., Timoshenko L.I., Kosoblik E.V., Guts S.I. *190*

TO A PROBLEM OF MASTERING PRONOUNS YOUNGER SCHOOLCHILDREN

Nikolaeva E.A. *195*

METHODOLOGICAL GROUNDS FOR COMMUNICATION SKILLS BUILDING IN MEDICAL POSTGRADUATE STUDENTS

Olkhovik N.G., Lipatova E.G., Vozdvizhenskaya A.V. *200*

THE USE OF ELEMENTS OF BUSINESS GAMES IN TEACHING DISCIPLINES «BASIS OF MEDICAL GENETICS», AS A WAY TO FORM THE BASIS OF CLINICAL THINKING FOR FUTURE DOCTORS

Orlyanskaya T.Ya., Volodicheva T.B., Aktushina G.A. *205*

FORMATION OF FORESIGHT COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS

Panfilova V.M., Panfilov A.N., Gazizova A.I. *210*

PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES OF FORMATION OF QUALITIES OF A CITIZEN-PATRIOT OF STUDENTS – FUTURE DESIGNERS

Savchenko E.A., Ilyushina O.V. *215*

ORGANIZATION OF THE DIVISION CURATOR EDUCATIONAL ACTIVITY EXPERIENCE

Sverdev R.G. *219*

DIAGNOSTIC MODEL OF MATHEMATICAL COMPETENCE STUDENTS OF ECONOMIC DIRECTIONS BASED ON PORTFOLIO

Sukhovienko E.A., Abdrakhimova D.I. *224*

FORMATION OF CIVIL ACTIVITY OF YOUTH IN THE VOLUNTER MOVEMENT PROCESS

Kharkovskaya E.V., Beletskaya E.A., Posokhova N.V., Glamazda S.N. *230*

THE FEATURES OF THE URBAN EXPERIENCE ADDITIONAL GEOGRAPHIC EDUCATION

Shevchenko I.A., Sotkina S.A., Bikmaeva A.V., Kollegaeva N.M., Burlaka A.A., Zhukovskaya I.E. *235*

FORMATION OF THE PROSODIC PARTY OF THE SPEECH AT CHILDREN OF EARLY AGE WITH DEVIATIONS IN MASTERING THE SPEECH MEANS OF ETHNOPEDAGOGICS

Scheremeteva E.V., Bespomestnykh O.A. *240*

СТАТЬИ

УДК 65.011.5

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВА АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗЛИВА ПЛАВКИ НА МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

[1]Аксенов К.А., [1]Антонова А.С., [2]Дубовик М.Д., [2]Перескоков С.А.

[1]ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: wiper99@mail.ru;

[2]АО «Ай-Теко», Москва

Автоматизированная система выпуска металлургической продукции представляет собой веб-ориентированную систему, предназначенную для слежения, контроля, моделирования, анализа и совершенствования процессов выпуска металлургической продукции. Одним из инструментов системы является дерево анализа параметров процесса. Дерево представляет собой ориентированный граф И–ИЛИ, связанный с внешними информационными системами предприятия с помощью модуля обмена данными с автоматизированными системами предприятия автоматизированной системы выпуска металлургической продукции. Дерево анализа предназначено для выполнения анализа параметров процесса в режиме реального времени и оперативной выработки управляющих воздействий по недопущению снижения качества продукции. Также дерево анализа применяется при решении задач диспетчеризации и переназначения единиц продукции между заказами на основании диагностики отклонений значений параметров процессов. В статье рассмотрено применение дерева анализа к решению задачи контроля стабильности процесса разлива плавки на машине непрерывного литья заготовок. При выполнении операции разлива плавки на машине непрерывного литья заготовок необходимо поддерживать низкое содержание кремния в получившихся слябах для поддержания заданных механических свойств стали. Проведен сравнительный анализ дерева анализа параметров процесса и контрольных карт при решении задачи диспетчеризации технологического процесса. Выявлены преимущества применения дерева анализа параметров процесса, связанные с осуществлением автоматического обмена данными с внешними системами предприятия.

Ключевые слова: анализ параметров, процесс технологический, металлургическая информационная система, дерево анализа

APPLICATION OF THE PROCESS PARAMETER ANALYSIS TREE FOR STABILITY CONTROL OF CONTINUOUS CASTING MACHINE

[1]Aksenov K.A., [1]Antonova A.S., [2]Dubovik M.D., [2]Pereskokov S.A.

[1]Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, e-mail: wiper99@mail.ru;

[2]I-Teco, Moscow

Automated system for the production of metallurgical products is a web-based system designed for tracking, monitoring, modeling, analysis and improvement of the processes of production of metallurgical products. One of the tools of the automated system is a process parameters analysis tree. The process parameters analysis tree is an AND-OR graph connected with enterprise external information systems using a data exchange module of the automated system for the production of metallurgical products. The process parameters analysis tree is designed to perform the analysis of process parameters in real time and promptly generate control actions to prevent a reduction in product quality. The process parameters analysis tree is also used for solving dispatching problems and reassigning production units between orders based on diagnostics of deviations of process parameters values. Application of the process parameters analysis tree to solving the problem of controlling the stability of the melting process on a continuous casting machine is considered in the paper. During melting process on a continuous casting machine, it is necessary to maintain a low silicon content in the resulting slabs in order to maintain the specified mechanical properties of the steel. A comparative analysis of the process parameters analysis tree and control charts in solving the task of dispatching the technological process has been made. The advantages of using the process parameters analysis tree associated with the implementation of automatic data exchange with external enterprise systems have been revealed.

Keywords: parameters analysis, technological process, metallurgical information system, analysis tree

В настоящее время большинство крупных промышленных предприятий внедряют MES и ERP-системы, проводят оцифровку металлургического производства, реализуют слежение за материалом и внедряют аналитическую проработку исторических данных о производстве и заказах. В комплексе задачу полностью оцифрованного производства решает автоматизированная система выпуска металлургической продукции (АС ВМП) [1–3], разработанная АО «Ай-Теко» совместно с Уральским федеральным университетом. Одним из инструментов системы, предполагающим работу в режиме реального времени, является дерево анализа па-

раметров процесса, реализованное в модуле интеграции моделей (ИМ).

Дерево представляет собой граф И–ИЛИ со следующими типами узлов [4]: источник (обязательный узел), результат (обязательный узел), узел формула (предназначен для расчета значений параметров), узел Если–То (предназначен для ветвления дерева). Дерево анализа применяется при решении задач диспетчеризации и переназначения единиц продукции между заказами на основании диагностики отклонений значений параметров процессов. Связь деревьев анализа параметров процессов с внешними информационными системами (АСУ ТП, КИС, MES, ERP-системами) обеспечивает модуль обмена данными с автоматизированными системами предприятия (ОДАСП) системы АС ВМП. Функционально модуль ОДАСП соответствует классу корпоративной шины данных [5]. Значения входных параметров для дерева анализа параметров поступают через ОДАСП от внешних информационных систем (ИС), например от АСУ ТП. В результате выполнения дерева анализа процесса формируется один расчетный параметр, который через ОДАСП транслируется всем подписчикам, включая внешние ИС и другие модули АС ВМП.

Рассмотрим применение дерева анализа параметров процесса для контроля стабильности процесса разлива плавки на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

При выполнении операции разлива плавки на МНЛЗ необходимо поддерживать низкое содержания кремния [Si] в получившихся слябах, что обеспечивает стабильный состав и, соответственно, заданные механические свойства стали. Отклонения в содержании кремния не допускаются, поскольку в этом случае прогноз механических свойств стали затруднен. Специалисты-технологи осуществляют контроль содержания кремния в стали с помощью контрольной карты (Statistical Process Control (SPC)). Карта SPC – это инструмент, основанный на статистическом анализе характеристик исследуемого процесса [6]. Специфика процесса розлива стали на МНЛЗ заключается в том, что выплавка производится небольшими порциями (плавками). Расчеты закона распределения случайной величины [Si] предполагают нормальный или близкий к нормальному закон распределения. Для контроля исследуемого процесса на производстве применяется пара контрольных карт: карта индивидуальных значений (x_i) и карта скользящих размахов (mR). Основой для построения контрольной карты индивидуальных значений является вектор значений относительного содержания кремния в готовых слябах x[Si]. Данный вектор формируется путем внесения технологом в инструмент создания SPCзначений [Si], полученных через определенные промежутки времени для плавок, выполненных на одном агрегате и по отработанной технологии для данной марки стали. В качестве скользящего размаха используется абсолютная разность двух последовательных значений [Si]. Выбор пары SPCx_i и mR обусловлен длительностью процедуры лабораторного измерения относительного содержания кремния в готовом слябе, что накладывает ограничение на использование повторных измерений для формирования групп значений контрольного показателя. При применении выбранных SPC для оценки стабильности исследуемого процесса принимается, что значение контрольного показателя [Si] представляет собой ряд без автокорреляций.

Контроль также проводится технологами по границам допустимого (предельного) диапазона изменения относительного содержания кремния в стали: ВГД – верхней границе допустимого диапазона и НГД – нижней границе допустимого диапазона. Отклонения (выпады и сдвиги за границы ВГД и НГД) должны анализироваться на причины, а причины, в свою очередь, должны быть устранены.

Карта SPC на рабочем месте технолога строится по результатам расчета и анализа накопленной статистики о протекании исследуемого процесса в любом удобном инструменте, поддерживающем выполнение статистических расчетов. На рис. 1 приведен пример карты SPC, построенный в MS Excel для решения поставленной задачи. Верхний график представляет собой карту x_i и иллюстрирует изменение значений вектора x[Si] при сопоставлении с красными статистическими контрольными границами: верхней контрольной границей $ВКГ_x$ и нижней контрольной границей $НКГ_x$; серой линией на графике отмечено среднее значение содержания кремния в процентах ($x_{ср}$). Нижний график представляет собой карту mR и иллюстрирует изменение значений вектора mR[Si], содержащего рассчитываемые значения размаха между соседними значениями [Si]; также на графике присутствует красная верхняя контрольная граница $ВКГ_{mR}$; серой линией на графике отмечено среднее значение размаха между соседними значениями содержания кремния ($mR_{ср}$).

В ходе анализа контрольной карты технолог исходит из следующего алгоритма. При выходе значения относительного со-

держания кремния [Si] за пределы верхней или нижней контрольных границ, или выходе значения размаха между соседними значениями [Si] за пределы верхней контрольной границы – процесс считается статистически не стабилен. Данный инцидент требует проведения дополнительного контроля качества получившихся слябов. При выходе значения относительного содержания кремния [Si] за пределы верхней или нижней допустимых границ процесс считается недопустимым. В данном случае технолог запускает процессы поиска причин инцидента, выработки мер, направленных на устранение причин инцидента, и реализацию выработанных мер.

Апробация дерева анализа параметров процесса

Рассмотрим применение дерева анализа параметров процесса для контроля стабильности и допустимости процесса разлива плавки на МНЛЗ. Для расчета показателя статистической стабильности процесса используются следующие параметры: x_i – текущее относительное содержание кремния в стали (входной параметр дерева анализа параметров процессов); x_{i-1} – предыдущее относительное содержание кремния в стали [по умолчанию на момент начала выполнения дерева этот параметр равен $x_0 = 0{,}61$]; S_x – сумма накопительным итогом значений кремния [по умолчанию на момент начала выполнения дерева этот параметр равен 0]; N – число поступивших значений кремния [по умолчанию на момент начала выполнения дерева этот параметр равен 0]; mR_i – скользящий размах между соседними значениями x; S_{mR} – сумма накопительным итогом размаха кремния [по умолчанию на момент начала выполнения дерева этот параметр равен 0].

Скользящий размах определим по формуле [7]:

$$mR_i = |x_i - x_{i-1}|, i = 1, 2, \ldots, N.$$

Средний скользящий размах определим по формуле [7]:

$$mR_{\text{ср}} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} mR_i.$$

Нижнюю (НКГx) и верхнюю (ВКГx) контрольные границы для выбранной карты индивидуальных значений определим по следующим формулам [7]:

$$\text{НКГ}_x = x_{\text{ср}} - \frac{3}{d_2} mR_{\text{ср}}, \text{ВКГ}_x = x_{\text{ср}} + \frac{3}{d_2} mR_{\text{ср}},$$

где $d_2 = 1{,}128$ – расчетный коэффициент для $n = 2$ (n – число точек, использованных для расчета скользящих размахов в mR-карте). С учетом числового значения коэффициента d_2:

$$\text{НКГ}_x = x_{\text{ср}} - 2{,}66 \cdot mR_{\text{ср}}, \text{ВКГ}_x = x_{\text{ср}} + 2{,}66 \cdot mR_{\text{ср}}.$$

Нижнюю (НКГmR) и верхнюю (ВКГmR) контрольные границы для выбранной карты скользящих размахов определим по следующим формулам [7]:

$$\text{НКГ}_{mR} = D_3 \cdot mR_{\text{ср}}, \text{ВКГ}_{mR} = D_4 \cdot mR_{\text{ср}},$$

где $D_3 = 0$, $D_4 = 3{,}268$ – расчетные коэффициенты для $n = 2$. С учетом коэффициентов:

$$\text{НКГ}_{mR} = 0, \text{ВКГ}_{mR} = 3{,}27 \cdot mR_{\text{ср}},$$

Алгоритм выполнения расчетов в дереве анализа параметров процесса приведен на рис. 2 и таблице. Допустимые диапазоны изменения содержания кремния в стали устанавливаются технологами и принимают следующие значения: ВГД = 0,8 и НГД = 0,5.

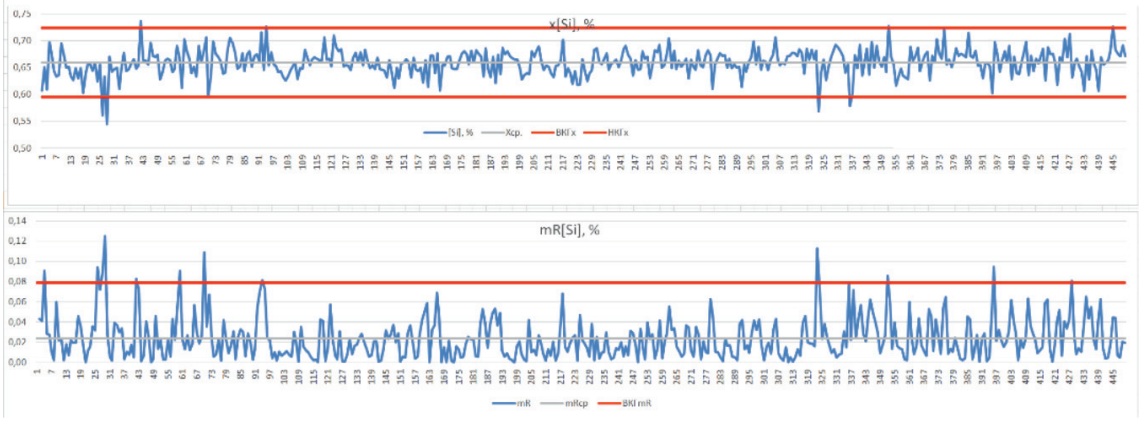


Рис. 1. Контрольная карта анализа относительного содержания кремния в стали в процентах

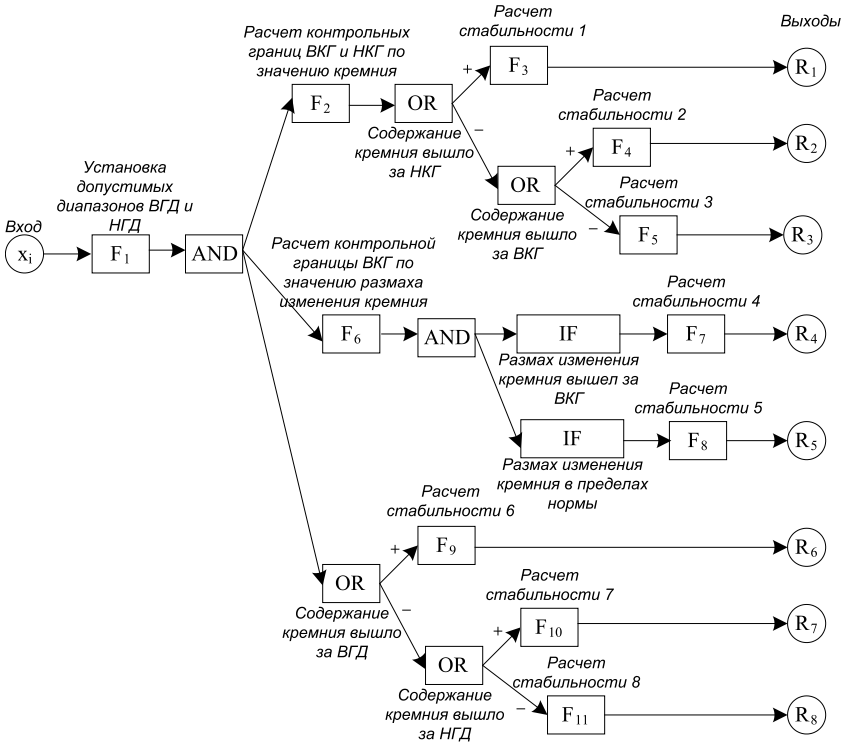


Рис. 2. Структура дерева анализа параметров процесса разливки плавки на МНЛЗ

Алгоритм расчетов дерева анализа параметров процесса разливки плавки на МНЛЗ

Тип узла дерева	Наименование узла дерева	Формулы расчетов в узле
Формула F_1	Установка допустимых диапазонов ВГД и НГД	ВГД = 0,8; НГД = 0,5; $N = N+1$
Формула F_2	Расчет контрольных границ ВКГ и НКГ по значению кремния	$S_x = S_x + x_i$; $x_{cp} = S_x/N$ $mR_i = \max(x_i, x_{i-1}) - \min(x_i, x_{i-1})$ $S_{mR} = S_{mR} + mR_i$; $mR_{cp} = S_{mR}/N$ $ВКГ_x = x_{cp} + 2{,}66 \cdot mR_{cp}$ $НКГ_x = x_{cp} - 2{,}66 \cdot mR_{cp}$
Формула F_6	Расчет контрольной границы ВКГ по значению размаха изменения кремния	$mR_i = \max(x_i, x_{i-1}) - \min(x_i, x_{i-1})$ $S_{mR} = S_{mR} + mR_i$; $mR_{cp} = S_{mR}/N$ $ВКГ_{mR} = 3{,}27 \cdot mR_{cp}$
Условие Если IF	Содержание кремния вышло за НКГ	$x_i < НКГ_x$
Условие Если IF	Содержание кремния вышло за ВКГ	$x_i > ВКГ_x$
Условие Если IF	Размах изменения кремния вышел за ВКГ	$mR_i > ВКГ_{mR}$
Условие Если IF	Размах изменения кремния в пределах нормы	$mR_i \le ВКГ_{mR}$
Условие Если IF	Содержание кремния вышло за ВГД	$x_i > ВГД$
Условие Если IF	Содержание кремния вышло за НГД	$x_i < НГД$
Формула F_3	Расчет стабильности 1	$R_1 = 2$; $x_{i-1} = x_i$
Формула F_4	Расчет стабильности 2	$R_2 = 1$; $x_{i-1} = x_i$
Формула F_5	Расчет стабильности 3	$R_3 = 0$; $x_{i-1} = x_i$
Формула F_7	Расчет стабильности 4	$R_4 = 1$; $x_{i-1} = x_i$
Формула F_8	Расчет стабильности 5	$R_5 = 0$; $x_{i-1} = x_i$
Формула F_9	Расчет стабильности 6	$R_6 = 3$; $x_{i-1} = x_i$
Формула F_{10}	Расчет стабильности 7	$R_7 = 4$; $x_{i-1} = x_i$
Формула F_{11}	Расчет стабильности 8	$R_8 = 0$; $x_{i-1} = x_i$

На вход дерева автоматически через заданные промежутки времени подаются значения относительного содержания кремния в стали от ИС предприятия через модуль ОДАСП. На выходе формируется набор $\{Rj\}$, где R – показатель статистической стабильности и допустимости процесса, j – номер листа дерева, $j = 1,..,8$. Расчет показателя R осуществляется согласно следующей формуле: $R = \max\{Rj\}$. Параметр R может принимать следующие значения (таблица):

«0» – процесс статистически стабилен и допустим («зеленый сигнал светофора»);

«1» – процесс статистически не стабилен вследствие выхода значения относительного содержания кремния [Si] в стали за пределы верхней контрольной границы («желтый сигнал светофора»);

«2» – процесс статистически не стабилен вследствие выхода значения относительного содержания кремния [Si] в стали за пределы нижней контрольной границы («желтый сигнал светофора»);

«3» – процесс недопустим вследствие выхода значения относительного содержания кремния [Si] в стали за пределы верхней допустимой границы («красный сигнал светофора»);

«4» – процесс недопустим вследствие выхода значения относительного содержания кремния [Si] в стали за пределы нижней допустимой границы («красный сигнал светофора»).

На рис. 3 приведена структура модели дерева анализа параметра относительного содержания кремния в стали. Модель была реализована в модуле создания моделей АС ВМП. В правом верхнем углу рисунка приведен вид окна описания правил узла «Расчет контрольной границы ВКГ по значению размаха изменения кремния».

После разработки модели дерева в модуле создания моделей, для каждого параметра типа «вход», «выход» модели необходимо сопоставить: параметр-источник модуля ОДАСП и параметр-«вход» модели, параметр-приемник модуля ОДАСП и параметр-«выход» модели. Для выполнения анализа статистической стабильности и допустимости процесса разливки плавки на МНЛЗ в режиме реального времени необходимо запустить на выполнение разработанную модель дерева в модуле ИМ АС ВМП. Модуль ИМ взаимодействует в режиме реального времени с модулем ОДАСП, получая и передавая в него параметры, которые, в свою очередь, получаются и передаются модулем ОДАСП во внешние информационные системы, в том числе, АСУ ТП и АРМ Персонала технолога.

При выполнении модели дерева в модуле ИМ технолог наблюдает на своем рабочем месте график текущего изменения [Si] и индикацию в виде светофора, сигнализирующую о стабильности и допустимости процесса разлива плавки на МНЛЗ (рис. 4). Зеленый сигнал светофора не требует никаких дополнительных действий со стороны технолога. Желтый сигнал светофора требует проведения дополнительного контроля качества получившихся слябов. В случае появления красного сигнала светофора технолог запускает процессы поиска причин инцидента, выработки мер, направленных на устранение причин инцидента, и реализацию выработанных мер.

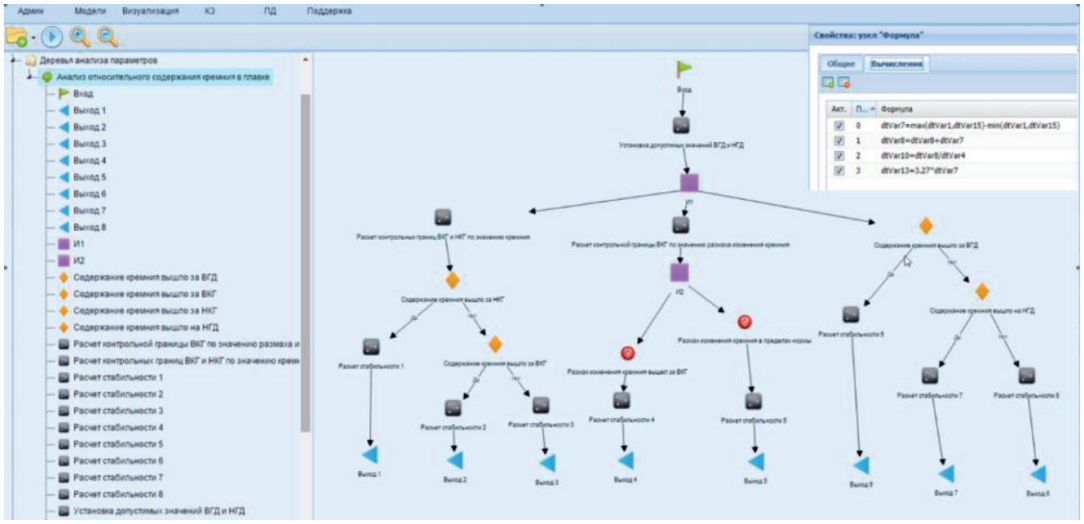


Рис. 3. Структура модели дерева анализа параметра в модуле создания моделей

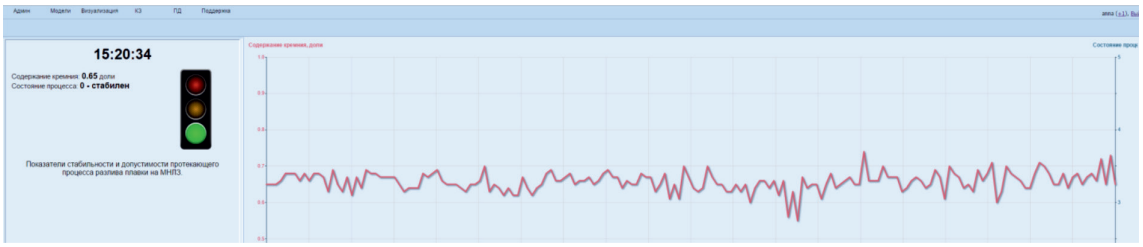


Рис. 4. Пример индикации на рабочем месте технолога

В результате сравнения применения дерева анализа параметров процесса в составе АС ВМП и контрольных карт к решению задачи контроля статистической стабильности и допустимости процесса разливки плавки на МНЛЗ были сделаны следующие выводы. К достоинству контрольных карт относится наглядность предоставляемой информации с точки зрения обученного специалиста-технолога. К недостаткам контрольных карт относится ориентация на выполнение расчетов с накопленной статистикой, в результате чего время принятия решения запаздывает на время сбора, подготовки и анализа статистики протекания процесса. К преимуществам инструмента дерева анализа параметров процесса относятся:

1) выполнение расчетов в режиме реального времени, что повышает оперативность принятия решений,

2) автоматический обмен производственными и расчетными параметрами между модулями АС ВМП и внешними ИС с настраиваемым интервалом обмена с точностью до десятых долей секунды,

3) визуализация в режиме реального времени изменения значений анализируемых параметров процесса,

4) применение интуитивно понятной цветовой индикации стабильности анализируемого процесса (индикатор-светофор).

Заключение

В статье рассмотрен инструмент анализа параметров наблюдаемого процесса в режиме реального времени – дерево анализа параметров процесса. Дерево анализа предназначено для решения задач диспетчеризации и переназначения единиц продукции между заказами на основании диагностики отклонений значений параметров процессов. Реализовано дерево анализа в АС ВМП. Выполнение дерева в режиме реального времени осуществляется в модуле ИМ АС ВМП. Связь производственных параметров (на входе дерева) и расчетных параметров (на выходе дерева) с внешними ИС предприятия и другими модулями АС ВМП осуществляется вОДАСП.

Дерево анализа параметров процесса апробировано при решении задачи контроля стабильности и допустимости процесса разлива плавки на МНЛЗ. Проведено сравнение дерева анализа и контрольных карт как наиболее распространенного инструмента выполнения статистического анализа параметров технологического процесса. Преимущества применения дерева анализа параметров процесса связаны в первую очередь с выполнением дерева анализа в режиме реального времени, а также, с осуществлением автоматического обмена данными дерева с внешними ИС предприятия и модулями АС ВМП. В связи с вышесказанным представляется перспективным продолжение исследований по апробации дерева анализа параметров процесса при решении задач переназначения продукции между заказами на основании анализа отклонений параметров продукции от заданных диапазонов.

Работа выполнена в рамках договора № 02.G25.31.0055 (проект 2012-218-03-167) при финансовой поддержке работ Министерством образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Автоматизированная система выпуска металлургической продукции (АС ВМП). [Электронный ресурс]. URL: http://www.i-teco.ru/solutions/control_systems_and_automation/asvmp/ (дата обращения: 28.05.2019).

2. Aksenov K.A., Bykov E.A., Aksenova O.P., Antonova A.S. Development of real-time simulation models: integration with enterprise information systems. Proceedings of The Ninth International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology. 2014. P. 45–50.

3. Borodin A., Mirvoda S., Kulikov I., Porshnev S. Optimization of Memory Operations in Generalized Search Trees of PostgreSQL. Proceedings of International Conference: Beyond Databases, Architectures and Structures, 2017. P. 224–232.

4. Аксенов К.А., Антонова А.С., Чирышев А.В., Медведев С.Н. Разработка конструктора деревьев анализа процессов для автоматизированной системы выпуска металлургической продукции // Фундаментальные исследования. 2015. № 9–2. С. 209–214.

5. Шаппел Дэвид А. ESB – Сервисная шина предприятия. СПб.: БХВ-Петербург. 2008. 345 с.

6. МС ИСО 9001:2000. Системы менеджмента качества. Требования. М.: ВНИИС, 2001. 30 с.

7. ГОСТ Р50779.42-99: Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М.: АО НИЦ КД, 2000. 36 с.

УДК 629.7.084

МОДЕЛЬ РЕСУРСОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Вивчарь Р.М., Решетников Д.В., Пачин А.В., Поляков С.А.

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

Одним из показателей, характеризующих процесс применения технологического оборудования ракетно-космического комплекса, является вероятность подготовки и пуска ракеты космического назначения за заданное время. Проведенный анализ показывает, что в настоящее время вероятность подготовки и пуска ракеты космического назначения за заданное время зачастую не соответствует требуемым значениям. На этот показатель влияют параметры системы эксплуатации технологического оборудования ракетно-космического комплекса, от которых также зависит ресурсоемкость процесса подготовки ракеты космического назначения. Решить задачу обеспечения требуемого значения вероятности подготовки и пуска ракеты космического назначения за заданное время возможно проведением комплекса эксплуатационных мероприятий на основе подбора значений, влияющих на него параметров системы эксплуатации технологического оборудования ракетно-космического комплекса. При этом необходим научно-методический аппарат оценивания стоимости подготовки ракеты космического назначения. В статье представлена модель ресурсоёмкости процесса подготовки ракеты космического назначения, которая позволяет оценить влияние параметров системы эксплуатации технологического оборудования ракетно-космического комплекса на стоимость процесса подготовки ракеты космического назначения. Представлены результаты оценки влияния этих параметров на стоимость процесса подготовки ракеты космического назначения на примере технологической операции технологического графика подготовки.

Ключевые слова: модель ресурсоемкости, система эксплуатации, технологическое оборудование, ракетно-космический комплекс

MODEL THE INTENSITY OF THE PROCESS OF PREPARATION OF A SPACE ROCKET

Vivchar R.M., Reshetnikov D.V., Pachin A.V., Polyakov S.A.

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

One of the indicators characterizing the process of using the technological equipment of the rocket and space complex is the probability of preparing and launching a space rocket for a given time. This indicator does not meet the required values. This indicator is influenced by the parameters of the system of operation of the technological equipment of the rocket and space complex, on which the resource intensity of the process of preparing a space rocket also depends. To solve the problem of ensuring the required value of the probability of preparation and launch of a space rocket for a given time, it is possible to carry out a set of operational activities based on the selection of values that affect it parameters of the system of operation of technological equipment of the space rocket complex. At the same time, a scientific and methodological apparatus for estimating the cost of preparing a space rocket is needed. The article presents a model of the resource intensity of the process of preparing a space rocket, which allows us to assess the impact of the parameters of the system of operation of technological equipment of the rocket and space complex on the cost of the process of preparing a space rocket. The results of the evaluation of the impact of these parameters on the cost of the process of preparing a space rocket on the example of the technological operation of the technological schedule of preparation are presented.

Keywords: resource-intensive model, operation system, technological equipment, rocket and space complex

Одним из показателей, характеризующих качество процесса применения технологического оборудования (ТлОб) по назначению, является вероятность подготовки и пуска ракеты космического назначения (РКН) за заданное время ($P_{пп}$). Требования к этому показателю задаются в тактико-техническом задании на ракетно-космический комплекс. Как показывает практика эксплуатации различных ракетно-космических комплексов (РКК), вероятность подготовки и пуска РКН зачастую не соответствует требуемым значениям. Решить задачу обеспечения требуемого значения этого показателя возможно проведением комплекса эксплуатационных мероприятий на основе подбора значений, влияющих на него параметров системы эксплуатации ТлОб РКК. При этом необходимо отметить, что эти параметры влияют на суммарные эксплуатационные затраты на процесс подготовки РКН.

Современными экономическими требованиями различных руководящих документов определена необходимость снижения эксплуатационных затрат на эксплуатацию ВВТ, в том числе и космических средств. Так, система общих технических требований определяет: осуществлять эксплуатацию космических средств при минимальных материальных затратах, а одним из основных направле-

ний развития ВВТ на период до 2030 г. является рациональное расходование выделяемых ресурсов. Также требования по снижению эксплуатационных затрат на эксплуатацию ВВТ ставятся военно-политическим руководством страны. Поэтому целью исследования является снижение эксплуатационных затрат при обеспечении требуемой вероятности подготовки и пуска РКН за заданное время с помощью выработки комплекса эксплуатационных мероприятий на основе выбора оптимальных значений параметров СЭ ТлОб РКК. Для достижения данной цели необходим научно-методический аппарат оценивания стоимости процесса подготовки РКН к пуску. Анализ научно-методического обеспечения предметной области [1–3] показал, что в настоящее время создано множество моделей ресурсоемкости процессов функционирования сложных технических систем (СТС). Однако им присущ ряд недостатков таких как:

– невозможность точной оценки доли затрат на обеспечение уровня обученности личного состава боевого расчета, который непосредственным образом влияет на показатели качества процесса функционирования СТС.

– не учтены затраты на обеспечение времени экстренной доставки запасной части (ЗЧ).

В настоящей статье описана модель ресурсоемкости процесса подготовки и пуска РКН, которая позволит ликвидировать указанные недостатки и более точно оценить суммарные затраты на процесс подготовки и пуска РКН.

Подход к оцениванию стоимости процесса подготовки и пуска РКН

Суммарные затраты на обеспечение процесса подготовки и пуска РКН складываются из различных составляющих. Перечень этих составляющих приведен в табл. 1.

При этом стоит отметить, что управляемыми затратами на этапе эксплуатации технологического оборудования РКК являются: затраты на обеспечение комплектов ЗИП ($C^{ЗИП}$), затраты на обеспечение времени доставки ЗЧ ($C^{ДОС}$), затраты на обеспечение уровня обученности личного состава БР ($C^{БР}$), затраты на обеспечение периодичности контроля ТС ($C^{КТС}$).

Эти затраты зависят от параметров системы эксплуатации технологического оборудования РКК, таких как количество запасных частей (ЗЧ) элементов замены (ЭЗ) ТлОБ; времена доставки ЗЧ ЭЗ; уровень обученности личного состава БР, характеризующийся временем устранения неисправности; период контроля технического состояния (ТС) ТлОб.

Эти параметры влияют и на надежностный показатель процесса подготовки и пуска РКН – вероятность завершения этого процесса за заданное время [4].

Таким образом для оценивания эксплуатационных затрат на процесс подготовки РКН, а в дальнейшем для их снижения при обеспечении требуемого показателя надежности целесообразно модель ресурсоемкости представить в следующем виде:

$$C^{\Sigma}_{\text{пп}}(d_{imk}, t^{\text{ож}}_{\text{дос}imk}, t^{\text{ож}}_{\text{устр}i}, \tau_i) = C^{\text{ЗИП}}(d_{imk}) +$$

$$+ C^{\text{ДОС}}(t^{\text{ож}}_{\text{дос}imk}) + C^{\text{БР}}(t^{\text{ож}}_{\text{устр}i}) + C^{\text{КТС}}(\tau_i), \quad (1)$$

где d_{imk} – количество ЗЧ k-го ЭЗ m-й составной части i-го вида ТлОб; $t^{\text{ож}}_{\text{дос}imk}$ – среднее время доставки ЗЧ k-го ЭЗ m-й составной части i-го вида ТлОб; $t^{\text{ож}}_{\text{устр}i}$ – среднее время устранения неисправности БР; τ_i – период контроля технического состояния i-го вида ТлОб.

Таблица 1

Суммарные затраты на обеспечение процесса подготовки и пуска РКН

ЗАТРАТЫ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ И ПУСКА РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ			
$C^{ЗИП}$	Затраты на обеспечение комплектов ЗИП	$C^{МО}$	Затраты на метеорологическое обеспечение
$C^{ДОС}$	Затраты на обеспечение времени доставки ЗЧ	$C^{ОС}$	Затраты на обеспечение связью
$C^{БР}$	Затраты на обеспечение уровня обученности л/с БР	$C^{ОЭС}$	Затраты на обеспечение ЭМС и ПТСР
$C^{КТС}$	Затраты на обеспечение периодичности контроля ТС	$C^{МедО}$	Затраты на медицинское обеспечение
$C^{ОЭЭ}$	Затраты на обеспечение электроэнергией ПП РКН	$C^{ОЭБ}$	Затраты на обеспечение ЭБ ПП РКН
$C^{ОМС}$	Затраты на обеспечение МС	$C^{ЗГТ}$	Затраты на обеспечение ЗГТ
$C^{КР}$	Командировочные расходы	$C^{ГТ}$	Затраты на газы и ГСМ
$C^{БО}$	Затраты на баллистическое обеспечение	$C^{КРТ}$	Затраты на компоненты ракетного топлива

Для расчета затрат на обеспечение комплектов ЗИП удобно пользоваться выражением [5]:

$$C^{\text{ЗИП}}(d_{imk}) = \sum_{i=1}^{I}\sum_{m=1}^{M}\sum_{k=1}^{K_m}((c_{imk}^{\text{пок}} + c_{imk}^{\text{хр}} + c_{imk}^{\text{обсл}})d_{imk}), \quad (2)$$

где $c_{imk}^{\text{пок}}$ – затраты на покупку ЗЧ k-го ЭЗ m-й СЧ i-го вида ТлОб; $c_{imk}^{\text{хр}}$ – затраты на хранение ЗЧ k-го ЭЗ m-й СЧ i-го вида ТлОб; $c_{imk}^{\text{обсл}}$ – затраты на обслуживание ЗЧ k-го ЭЗ m-й СЧ i-го вида ТлОб. Затраты на обеспечение периодичности контроля технического состояния представим в виде выражения

$$C^{\text{КТС}}(\tau_i) = \sum_{i=1}^{I} c_i^{1K}\frac{8760}{\tau_i}, \quad (3)$$

где c_i^{1K} – затраты на проведение одного контроля ТС i-го вида ТлОб.

При этом вычисление c_i^{1K} производится с помощью выражения [5]:

$$c_i^{1\text{К}} = \sum_{j=1}^{6} T_{ij}c_{ij}^{T} + \sum_{n=1}^{N} c_{in}^{1\text{ГСМ}}n_{in}^{\text{ГСМ}} +$$

$$+ c_i^{\text{кВт}}n_i^{\text{кВт}} + \sum_{g=1}^{G} c_{ig}^{1\text{ТМС}}n_{ig}^{\text{ТМС}}, \quad (4)$$

где T_{ij} – суммарные трудозатраты на содержание j-й категории обслуживающего персонала (ОП) (j = 1 – старшие офицеры; j = 2 – младшие офицеры; j = 3 – прапорщики и сержанты; j = 4 – военнослужащие контрактной службы; j = 5 – военнослужащие по призыву; j = 6 – представители промышленности); c_{ij}^{T} – затраты на содержание j-й категории ОП в час; $c_{in}^{1\text{ГСМ}}$ – стоимость единицы горюче-смазочных материалов (ГСМ) n-го наименования; $n_{in}^{\text{ГСМ}}$ – количество ГСМ n-го наименования; $c_i^{\text{кВт}}$ – стоимость одного кВт электроэнергии; $n_i^{\text{кВт}}$ – количество затрачиваемых кВт электроэнергии; $c_{ig}^{1\text{ТМС}}$ – стоимость единицы технических материальных средств (ТМС) g-го наименования; $n_{ig}^{\text{ТМС}}$ – количество ТМС g-го наименования.

Исходные данные для вычисления $c_i^{1\text{К}}$ берутся из инструкций по эксплуатации (ИЭ) и техническому обслуживанию (ИО).

Следующей составляющей затрат на процесс подготовки и пуска РКН являются затраты на обеспечение времени доставки ЗЧ ($C^{\text{ДОС}}$). Они зависят от вариантов доставки ЗЧ, которые в свою очередь определяют времена доставки ЗЧ. Для вычисления этих затрат используется выражение

$$C^{\text{ДОС}q}(t_{\text{дос}imk}^{\text{ож}}) = \sum_{i=1}^{I}\sum_{m=1}^{M}\sum_{k=1}^{K_m} c_{imk}^{\text{ДОС}\,q}, \quad (5)$$

где $c_{imk}^{\text{ДОС}\,q}$ – стоимость q-го варианта доставки ЗЧ k-го ЭЗ m-й составной части i-го вида ТлОб.

Для удобства вычислений целесообразно данные о стоимостях вариантов доставки и соответствующих им времен доставки представлять в виде табл. 2. При этом под вариантом доставки понимается: доставка авиационным транспортом, железнодорожным, автомобильным или сочетанием этих видов доставок.

Таблица 2

Данные о стоимости и времени доставки

Вариант доставки	Среднее время доставки	Стоимость доставки
1	$t_{\text{дос}imk}^{\text{ож}1}$	$c_{imk}^{\text{ДОС}1}$
2	$t_{\text{дос}imk}^{\text{ож}2}$	$c_{imk}^{\text{ДОС}2}$
…	…	…
q	$t_{\text{дос}imk}^{\text{ож}\,q}$	$c_{imk}^{\text{ДОС}\,q}$
…	…	…
Q	$t_{\text{дос}imk}^{\text{ож}\,Q}$	$c_{imk}^{\text{ДОС}\,Q}$

Для примера опишем возможные варианты доставки ЗЧ с завода-изготовителя А к месту подготовки РКН Б:

1) пункт А – пункт В – авиационным транспортом, пункт В – пункт Б – автомобильным транспортом;

2) пункт А – пункт Г – железнодорожным транспортом, пункт Г – пункт Б – автомобильным транспортом;

3) пункт А – пункт Б – автомобильным транспортом.

Для расчета $c_{imk}^{\text{ДОС}q}$ используется выражение

$$c_{imk}^{\text{ДОС}q} = V_{imk}(c^{\text{ТР}}\eta_{imk}^{\text{ТР}} + c_{imk}^{\text{ГР}}), \quad (6)$$

где V_{imk} – объем доставляемых ЗЧ k-го ЭЗ m-ой СЧ i-го вида ТлОб; $c^{\text{ТР}}$ – нормативная удельная стоимость перевозки ЗЧ; $\eta_{imk}^{\text{ТР}}$ – коэффициент, учитывающий удорожание перевозки; $c_{imk}^{\text{ГР}}$ – удельная стоимость погрузочно-разгрузочных работ.

Для расчета затрат на обеспечение уровня обученности личного состава боевого расчета ($C^{\text{БР}}$) необходимо получить зависимость уровня обученности, характеризующегося временем устранения неисправности, от времени обучения номеров БР. В настоящее время для моделирования процесса обучения операторов практическим навыкам, к которым относится процесс устранения неисправностей, создано большое число различных моделей. Наиболее известными из них являются [6]: экспоненциальная модель, модель Р. Буша, модель К. Халла, модель Терстоуна.

Для получения зависимости среднего времени устранения неисправности БР от

времени обучения воспользуемся логистической моделью Р. Буша [3, 7]:

$$t_{\text{устр}i}^{\text{ож}} = \frac{(t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}} t_{\text{устр}i}^{\text{ожк}})}{t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}} + (t_{\text{устр}i}^{\text{ожк}} - t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}}) e^{-y_i t_{\text{об}i}}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}}$ – начальный уровень обученности личного состава БР; $t_{\text{устр}i}^{\text{ожк}}$ – конечный уровень обученности личного состава БР; y_i – неотрицательная константа, определяющая скорость изменения кривой обучения (скорость обучения); $t_{\text{об}i}$ – время обучения боевого расчета устранению неисправностей.

Затраты на обучение личного состава боевого расчета представим в виде выражения

$$C_{\text{об}}^{\text{БР}} = \sum_{i=1}^{I} c_i^{\text{БР}} t_{\text{об}i}, \quad (8)$$

где $c_i^{\text{БР}}$ – затраты на содержание командира БР i-го вида ТлОб в час.

Тогда с учетом выражения (7) затраты на обеспечение уровня обученности личного состава БР представим в виде выражения

$$C^{\text{БР}}(t_{\text{устр}i}^{\text{ож}}) = \sum_{i=1}^{I} \left(-\frac{c_i^{\text{БР}}}{y_i} \ln \left(\frac{t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}} (t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}} - t_{\text{устр}i}^{\text{ож}})}{t_{\text{устр}i}^{\text{ож}} (t_{\text{устр}i}^{\text{ожк}} - t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}})} \right) \right). \quad (9)$$

Для примера рассчитаем затраты на проведение технологической операции «Заправка расходного хранилища продуктом «О99» из ж\д заправщика» при различных параметрах СЭ ТлОб РКК. Так как сведения о процессе подготовки являются закрытыми, то для демонстрации работы научно-методического аппарата представим исходные данные для расчетов в табл. 3 в условных единицах.

На рис. 1–2 показаны зависимости затрат на проведение ТехОп от указанных выше параметров системы эксплуатации.

Из рисунков видно, что наибольшее влияние на суммарные затраты на проведение ТехОп оказывает количество ЗЧ.

Адекватность полученной модели была проверена при сравнении результатов моделирования одного процесса подготовки РКН к пуску с реальной стоимостью подготовки РН «Союз-2.1а» с 1 ГИК МО РФ. В качестве исходных данных были взяты реальные стоимостные характеристики процесса подготовки РКН, а также значения параметров СЭ ТлОб РКК. Расхождение модельного результата с реальной стоимостью подготовки РКН составило 5–8 %.

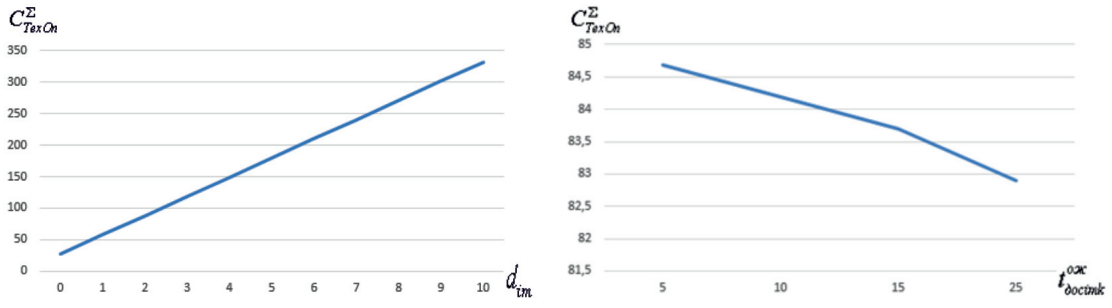
Заключение

В статье приведен научно-методический аппарат, позволяющий рассчитать суммарные затраты на процесс подготовки РКН, а также оценить влияние на эти затраты следующих параметров СЭ ТлОб РКК, таких как количество запасных частей (ЗЧ) элементов замены (ЭЗ) ТлОБ; время доставки ЗЧ ЭЗ; уровень обученности личного состава БР, характеризующийся временем устранения неисправности; период контроля технического состояния (ТС) ТлОб.

Таблица 3

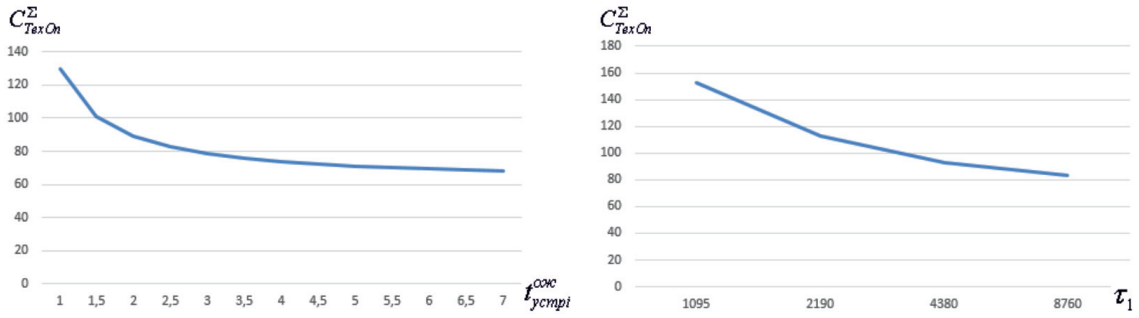
Исходные данные для расчетов в условных единицах

$c_{imk}^{\text{пок}}$ у.е.	$c_{imk}^{\text{хр}}$ у.е.	$c_{imk}^{\text{обсл}}$ у.е.	c_{ij}^{T} у.е.	$c_{in}^{\text{1ГСМ}}$ у.е.	$c_i^{\text{кВт}}$ у.е.	$c_{ig}^{\text{1ТМС}}$ у.е.	$c^{\text{ТР}}$ у.е.	$\eta_{imk}^{\text{ТР}}$	$c_{imk}^{\text{ГР}}$ у.е.	$t_{\text{устр}i}^{\text{ожн}}$ час	$t_{\text{устр}i}^{\text{ожк}}$ час	y_i	$c_i^{\text{БР}}$ у.е.
5	1	1	7,5	0,3	0,015	0,02	2,5	1	0,2	10	0,5	0,1	7,5
8	1	1	2,7	1		0,3		1	0,3				
6,5	1	1	1	1,4		0,8		1	0,25				
3	1	1	3,4	0,7		0,9		1	0,15				



а) *б)*

Рис. 1. Зависимость затрат на проведение ТехОп от количества запасных частей каждой номенклатуры (а) и от времени доставки ЗЧ каждого ЭЗ (б)



а) *б)*

Рис. 2. Зависимость затрат на проведение ТехОп от уровня обученности личного состава БР (а) и от периодичности контроля ТС ТлОб, участвующего в проведении ТехОп (б)

В свою очередь такая оценка позволит сформировать комплекс эксплуатационных мероприятий по снижению затрат на процесс подготовки РКН с сохранением требуемых показателей его качества.

Разработанная модель ресурсоемкости процесса подготовки и пуска РКН отличается от известных возможностью оценивания доли затрат на обеспечение уровня обученности личного состава БР и времени доставки ЗЧ из суммарных затрат на процесс подготовки РКН.

Список литературы

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

2. Панкратов А.А., Капитанов С.В., Клепов А.В. Алгоритм анализа ресурсоемкости эксплуатационных процессов // Сборник алгоритмов и программ типовых задач. СПб.: МО, 2005. Вып. 24. 123 с.

3. Полянский Ю.В., Шабалкин Д.Ю., Левкина О.Ю. Минимизация ресурсоемкости производственного процесса изготовления литых заготовок на авиастроительном предприятии на основе математической модели // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. С. 269–273.

4. Вивчарь Р.М., Герасименко С.Ю., Решетников Д.В. Анализ подходов к обеспечению требуемой вероятности подготовки и пуска РКН за заданное время // Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем: сборник трудов XXXVII Всероссийской НТК. Ч. 5 / филиал ВА РВСН. Серпухов, 2018. С. 55–59.

5. Панкратов А.А., Клепов А.В. Математическая модель обеспечения запусков космических аппаратов // Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий эксплуатации наземных средств ракетно-космических комплексов: сборник трудов научной школы. МО РФ. 2004. 207 с.

6. Щербина И.С., Боровиков И.Г. Моделирование процесса освоения учебного материала личным составом боевого расчета частей запуска космических аппаратов // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2017. Вып. № 659. С. 194–201.

УДК 681.2.082

ВЫБОР СРЕДСТВА ПРЕЦИЗИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ РАСХОДОВ ГАЗА

[1]Высочкин А.В., [2]Портнов Е.М., [3]Теплова Я.О., [2]Николаев А.В., [2]Слюсарь В.В.

[1]ООО «Импортмеханика», Москва, e-mail: av@importmekhanika.ru;

[2]Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, e-mail: evgen_uis@mail.ru;

[3]ООО «Аспромт», Москва, e-mail: yana.teplova@gmail.com

Современный этап развития высокотехнологических отраслей промышленности, прежде всего микро- и наноэлектроники, энергетики и других характеризуется устойчивой тенденцией, связанной с повышенными требованиями к параметрам процесса учета расхода газов и газообразных смесей для трубопроводных систем. Указанные проблемы особенно актуальны как для предприятий, обеспечивающих транспортировку газа, так и для газовых операторов, занимающихся распределением и реализацией газа. Необходимо подчеркнуть, что необходимость повышения точности измерений расхода газа во многом обусловлена и низкими метрологическими свойствами соответствующего оборудования, особенно отечественного, которое не обеспечивает с требуемой точностью возможность контроля и передачи единиц измерения расхода, не гарантируя стабильные основные нормируемые точностные характеристики, а также динамический диапазон измерения расхода газа в области микрорасходов. В ходе проведенного анализа были выделены основные требования, предъявляемые к устройствам измерения и дозирования малых и сверхмалых расходов газа и газообразных веществ, к которым можно отнести высокую прецизионность измерений; возможность измерения расхода в широком динамическом диапазоне; стойкость к агрессивным средам; надежность, низкие массогабаритные размеры. Сравнительный анализ технических характеристик, достоинств и недостатков различных методов позволил установить, что наиболее эффективным будет являться устройство, основанное на меточном методе измерения с использованием тепловых и жидкостных меток.

Ключевые слова: расходомер, точность измерений, перепад давления, метка, поверхностно-активное вещество

THE CHOICE OF PRECISION MEASUREMENT SMALL GAS CONSUMPTION

[1]Vysochkin A.V., [2]Portnov E.M., [3]Teplova Ya.O., [2]Nikolaev A.V., [2]Slyusar V.V.

[1]Importmekhanika LLC, Moscow, e-mail: av@importmekhanika.ru;

[2]National Research University of Electronic Technology, Moscow, e-mail: evgen_uis@mail.ru;

[3]Aspromt LLC, Moscow, e-mail: yana.teplova@gmail.com

Nowadays the high-tech industries (specifically micro- and nanoelectronics, as well as energetic) stage of development is characterized by a steady trend of increasing the requirements for pipeline systems gases and gaseous mixtures flow register and control parameters. These tasks are especially topical for the facilities, providing gas transportation, as well as gas distributing and selling companies. It is essential that the necessity of the gas flow measurement accuracy improvement is largely conditioned by poor metrological properties of the equipment (especially of domestic production), that does not provide the required accuracy of controlling and transferring the flow measurement and does not guarantee the stability of the critical accuracy characteristics as well as the dynamic range of gas flow micro expenses measurement.In the course of the analysis the main requirements for small and ultra-small gas and gaseous substances expenses measurement devices were specified. These include high precision level of measurements; possibility of flow measurement in a wide dynamic range; resistance to aggressive environments; reliability and low weight and size. It was found by using a comparative analysis of the technical characteristics, advantages and disadvantages of different methods, that a device using a labeling measuring method based on thermal and liquid labels, will be the most efficient one.

Keywords: flowmeter, the measurement accuracy, differential pressure, label, surfactant

Современный уровень развития науки и технологий во многих отраслях промышленности выдвигает на первый план проблемы, связанные с контролем и измерением расхода различных веществ, которые находятся в газообразном состоянии. Результаты аналитических исследований, которые были проведены специалистами стран Западной Европы и Соединенных Штатов Америки, показали, что измерение расхода входит в пятерку наиболее измеряемых физических величин [1–3]. В настоящее время известны и широко используются значительное количество методов и средств измерения малых расходов газообразных веществ, к которым можно отнести технологии, основанные на методе переменного перепада давления, широко используемые в системах коммерческого учета газа, и заканчивая устройствами на основе эффекта Физо-Френеля. Последние устройства функционируют на основе измерения сдвига интерференционных полос, связанного с зависимостью скорости света и скорости движущегося прозрачного вещества.

Вместе с тем в настоящее время наиболее распространены следующие методы измерения малых и сверхмалых расходов газообразных веществ: метод, основанный на переменном перепаде давления (ППД);

тахометрический метод; метод обтекания; метод с использованием жидкостных и тепловых меток; оптический метод и ряд других.

Цель исследования: выбор по результатам анализа наиболее эффективного метода и структуры устройства для прецизионного измерения малых и сверхмалых расходов газа на основе выявленных технико-экономических требований, включая высокую прецизионность измерений; возможность измерения расхода в широком динамическом диапазоне; стойкость к агрессивным средам; надежность, низкие массогабаритные размеры.

Материалы и методы исследования

Далее были проанализированы основные методы измерения малых и сверхмалых расходов газообразных веществ, которые представлены ниже.

Для метода измерения расхода газообразных веществ на основе переменного перепада давления с учетом законов сохранения массы энергии и уравнений неразрывности можно получить следующую формульную зависимость для определения расхода [3–5]:

$$Q_{\text{ППД}} = \beta \cdot \varepsilon \cdot \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{2\rho\Delta\rho}, \qquad (1)$$

где D – диаметр устройства сужения; $\Delta\rho$ – величина перепада давления на устройстве сужения, β – коэффициент измерения расхода; ρ – плотность среды измерения; ε – поправка, связанная с изменением плотности среды.

В соответствии с формульной зависимостью (1) можно сделать вывод о зависимости массового расхода газа от его свойств, параметров потока и геометрических размеров устройства сужения. Необходимо подчеркнуть степенную зависимость между величинами массового расхода и перепадом давления.

Кроме того, к недостаткам расходомеров, основанных на методе переменного перепада давления, можно отнести загрязнения и эрозию, которые приводят к снижению точности измерений вследствие возникающих погрешностей, обусловленных изменениями геометрических параметров устройства сужения прибора [6]. В соответствии с постулатами газовой динамики, если перепад давления на устройстве сужения превышает некоторое критическое значение, то скорость потока газа достигает значения скорости звука, после чего остается неизменной и не зависит от увеличения давления [2, 4, 7]. При этих условиях значение массового расхода газа можно определить по следующей формуле:

$$Q^*_{\text{ППД}} = \frac{S_{\text{кр}} k_{\text{кр}} P}{\sqrt{T}}, \qquad (2)$$

где S_{KP} – площадь потока газа для критического сечения, P – давление газа, T – температура торможения, k_{KP} – коэффициент градуировки для устройства сужения.

Минимальное значение погрешности измерения, которая обеспечивается расходомерами на основе переменного перепада давления, может составлять от 1 % до 3 %.

Для ротаметров формульная зависимость для вычисления массового расхода газа может быть получена при совместном решении уравнения Бернулли с уравнением неразрывности [4]:

$$Q_{\text{ртм}} = \alpha_0 \cdot f_k \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho} - 2gl}, \qquad (3)$$

где l и α_0 являются коэффициентами расхода ротаметра; g – значение ускорения свободного падения; f_k – величина площади кольцевого отверстия, p_1 и p_2 – величины давления в начале и конце трубопровода.

Представленная формульная зависимость является идентичной и для расходомера с устройством сужения, устанавливаемым на вертикальном трубопроводе.

С учетом величины перепада давления, равной p_1-p_2, a также принимая коэффициент расхода постоянным и опуская величину силы трения газа о боковую поверхность, имеем

$$Q_{\text{ртм}} = \alpha_0 \cdot f_k \sqrt{\frac{2gV(\rho_n - \rho)}{\rho f}}, \qquad (4)$$

где f – величина наибольшего поперечного сечения; V – объем поплавка, ρ_n – плотность материала поплавка.

Полученная формульная зависимость (4) не может быть использована для расчетов массового расхода газа, вследствие неизвестности коэффициента α_0 и зависимости его от многих факторов. Достоинствами ротаметров являются: несложная конструкция устройства, достаточно широкий динамический диапазон измерений, равномерность шкалы и возможность использования в агрессивных средах. Значение приведенной погрешности ротаметра, как правило, не превышает 2 %.

Для тахометрического метода измерения расхода газа существует прямая пропорциональность между объемным расходом и скоростью вращения турбины, которая определяется исходя из количества оборотов в единицу времени [4, 6, 8]:

$$n = f(Q_{mx}, \upsilon, \rho, M_c, l, D, d_H, d_B, z, T), \qquad (5)$$

где Q_{mx} – величина объемного расхода газа, ρ – плотность среды измерения; υ – кинематическая вязкость среды, D – диаметр трубопровода расходомера; M_c – момент трения в подшипниках тахометра; d_H и d_B – величины наружного и внутреннего диаметров лопастей турбины, T – шаг винтовой линии, z – количество лопастей, l – осевая длина лопастей.

В соответствии с формульной зависимостью (5), скорость вращения турбины определяется многими геометрическими, конструктивными и физическими параметрами, что проводит к усложнению процесса и снижению точности метода измерения. Турбинный метод измерения расхода газа недостаточно широко применяется на практике, поскольку малая плотность газа приводит к незначительному движущему моменту. Величина погрешности измерения расхода газа для турбинного метода составляет от 0,1 до 2 %.

Для калориметрического метода измерений массовый расход газа зависит от распределения температур вдоль нагревательного элемента, потери тепла во внешнюю среду, а также свойств среды измерения и скорости потока газа. Для данного метода измере-

ния формульная зависимость между массовым расходом газа и разностью температур выглядит следующим образом:

$$Q_{\text{клм}} = \frac{1}{\beta_{\text{лч}}\beta_{\text{окр}}\beta_{\text{тем}}}\frac{W}{\Delta T}, \quad (6)$$

где W является мощностью нагревателя, ΔT – разность температур, $\beta_{\text{тем}}$, $\beta_{\text{окр}}$, $\beta_{\text{лч}}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие неравномерность распределения температуры для сечения, тепловые потери в окружающей среде, а также нагрев от лучеиспускания соответственно.

Поскольку величина массового расхода газа через трубопровод во многом определяется поправочными коэффициентами, то ее величину удобно находить с помощью эмпирических градуировочных кривых [5, 7]. В соответствии с теоретическими расчетами, общая относительная погрешность измерения для данного типа расходомеров будет составлять порядка 0,3–1 %.

Измерения расхода газа и газообразных смесей с помощью тепловых или жидкостных меток основано на инжектировании метки, движущейся по калиброванному сечению трубопровода потока газа [1, 4]. Далее под действием потока газа метка сносится вниз по течению, где на контрольном участке длиной L посредством измерения времени – времени прохождения контрольного (базового) участка между двумя реперными точками определяется ее скорость υ:

$$\upsilon = L/t.$$

Исходя из того, что объемный расход газа Q связан со скоростью потока υ через поперечное сечение трубопровода S, можно в первом приближении определить искомую величину:

$$Q_{\text{мет}} = \upsilon S.$$

С учетом постоянности геометрических размеров S и L для трубопроводов меточных расходомеров, которые определяют контрольный объём в соответствии с выражением

$$V = SL = \text{const},$$

получим формульную зависимость для определения объемного расхода, которую можно свести к расчету времени t.

$$Q = \frac{SL}{t} = \frac{V}{t} = \frac{\pi d^2 L}{4t}. \quad (7)$$

Анализируя формульную зависимость (7), можно заключить следующее:

– существует обратная пропорциональная зависимость между определяемой величиной расхода газа и временем прохождения контрольного участка через две реперные точки, таким образом для нахождения зависимости $Q = f(\upsilon)$ требуется определить значение $1/t$, что делается с достаточно высокой точностью;

– величина рассчитываемого объемного расхода газа зависит от времени прохождения контрольного участка – t, а также геометрических размеров трубопровода S и L. Принимая во внимание, что единицы измерения времени и длины входят в перечень основных единиц Международной системы СИ, следовательно, построение градуировочных характеристик измерительных средств, основанных на меточном методе, может осуществляться прямым методом измерения [7–9].

Минимальная относительная погрешность измерения расхода газа, обеспечиваемая меточными расходомерами, составляет 0,1 % [1, 4, 9].

К основным достоинствам оптического метода измерения расхода газа можно отнести высокую точность и скорость измерения, отсутствие необходимости в непосредственном контакте с измеряемой средой, возможность построения шкалы прибора расчетным путем [4, 7, 10].

Как правило, для измерения расхода применяются измерительные устройства, с принципом действия, основанным на эффект Физо-Френеля, в соответствии с которым можно определить скорость света в среде, движущейся со скоростью V:

$$v_c = \frac{v_c}{2} \pm V\left(\frac{\theta^2 - 1}{\theta^2}\right), \quad (8)$$

где c – скорость света в вакууме, θ – коэффициент преломления среды, v_c – скорость света в среде.

Сравнительные характеристики эффективности основных способов измерения расходов газов и газообразных смесей

	Тахометрический метод	Оптический метод	Метод переменного перепада давления	Метод обтекания	Тепловой метод	Меточный метод
Точность измерения	± 0,5 – 1%	± 0,5%	±1,5 – 2,5%	± 2%	± 2%	± 0,01%
Динамический диапазон измерения расхода	1 : 20	1 : 20	1 : 3	1 : 10	1 : 15	1 : 10
Величина перепада давления	~ 0,3 КПа	< 0,1 КПа	~ 5 КПа	~ 1,5 КПа	< 0,1 КПа	< 0,1 КПа
Наличие электрического выходного сигнала	+	+	+	–	+	+
Химическая устойчивость к агрессивным средам	–	+	–	+	+	+
Стабильность выходных характеристик	Низкая (трение, износ)	Низкая	Низкая (эрозия, коррозия)	Низкая (зависит от вязкости газа)	Низкая	Высокая
Массогабаритные параметры	+	–	+	+	+	+

Исходя из выражения (8), изменение скорости света для прозрачной движущейся среды составляет $V\left(\frac{\theta^2-1}{\theta^2}\right)$.

В оптическом расходомере свет от источника распространяется в противоположных направлениях по замкнутому контуру длиной L, на участке которого длины l осуществляется измерение скорости двигающейся среды.

Пройдя контур L, указанные выше световые потоки подаются на светоприемное устройство, которое осуществляет измерение сдвига интерференционных полос Δx, или сдвиг частоты Δf световых колебаний между обоими потоками.

В частности, величину сдвига частот можно определить исходя из уравнения

$$\Delta f = \frac{2Vl\left(\Theta^2-1\right)}{L\lambda}\cos\Theta. \qquad (9)$$

Следовательно, значение сдвига интерференционных полос Δx, и сдвига частот световых колебаний Δf прямо пропорциональны скорости движения среды V и длине измеряемого участка l. К недостаткам оптического метода измерения расхода и используемых для этого устройств можно отнести сложность и хрупкость оптических приборов, их значительные габариты и высокую стоимость.

Результаты исследования и их обсуждение

Учитывая вышеизложенное, были выделены основные требования, предъявляемые к средствам измерения малых расходов газа, и сведены в таблицу.

Анализируя результаты, представленные в таблице, можно констатировать высокую эффективность меточного способа измерения расхода газа.

Для количественной оценки эффективности и высоких метрологических характеристик меточного способа измерения используем выражение полного дифференциала, представленного в соотношении (7)

$$\delta Q = \frac{\delta Q}{\delta D}\Delta D + \frac{\delta Q}{\delta L}\Delta L + \frac{\delta Q}{\delta T}\Delta T. \qquad (10)$$

Для выражения (10) определим по формуле (7) частные производные:

По диаметру:

$$\frac{\delta Q}{\delta \alpha} = \frac{\pi DL}{2T}. \qquad (11)$$

По длине:

$$\frac{\delta Q}{\delta L} = \frac{\pi D^2}{4T}. \qquad (12)$$

По времени:

$$\frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{\pi D^2 L}{4T^2}. \qquad (13)$$

После подстановки в выражение полного дифференциала и необходимых преобразований получим

$$\delta Q = \frac{\pi D^2 L}{4T}\left(2\frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta T}{T}\right). \qquad (14)$$

С учетом выражений (12) и (14) имеем

$$\delta Q = Q\left(2\frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta T}{T}\right). \qquad (15)$$

Для получения соотношений относительных погрешностей разделим левую и правую части на Q

$$\frac{\delta Q}{Q} = 2\frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta T}{T}. \qquad (16)$$

Принимая во внимание, что погрешность современных средств измерения линейного размера составляет 0,01 %, а измерение временных параметров может проводиться с погрешностью 0,005 %, можем заключить, что методическая погрешность меточного способа измерения расходов газа и газообразных смесей составит около 0,03 %.

Выводы

В данной статье проведен анализ основных методов измерения расходов газа и газообразных смесей, особое внимание было уделено области малых и свермалых расходов. Проведено исследование метрологических особенностей каждого метода, выявлены их основные достоинства и недостатки.

Определена совокупность требований, которые необходимы для обоснованного выбора способа измерений малых расходов газа и газообразных смесей, на основе которого возможно создание высокоточного малогабаритного автоматического измерителя количества вещества.

Проведенный сравнительный анализ технических характеристик наиболее популярных способов измерения расхода газа позволил установить, что оптимальным является вариант меточного расходомера с тепловой или жидкостной (пленкой ПАВ) меткой [1, 7, 9].

Список литературы

1. Юшко С.В. Метрологическое обеспечение измерения расхода нестационарных потоков // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 7. С. 108–110.

2. Пелевин В.Ф. Применение расходомеров переменного перепада давления в технологических измерениях // Датчики и системы. 2016. № 7 (205). С. 60–64.

3. Абзалилова Ю.Р., Выдрин Д.Ф., Галимуллина Э.Э., Вдовин А.К. Методы измерения расхода // Научные исследования. 2017. № 2 (13). С. 20–21.

4. Попов А.И., Беляев М.М. Широкодиапазонное измерение объемного расхода газа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2018. № 3. С. 44–49.

5. Мордасов М.М., Савенков А.П., Чечетов К.Е. Определение коэффициента расхода при истечении газа из отверстий малого диаметра // Инженерная физика. 2014. № 1. С. 13–18.

6. Вин Мьинт Зо, Портнов Е.М. Устройство формирования жидкостных меток в автоматических измерителях расхода и скорости газовых потоков // Актуальные проблемы современной науки. 2008. № 5. С. 105–207.

7. Вин Мьинт Зо, Портнов Е.М. Статическая модель автоматизированного расходомера с жидкостными метками // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2010. № 1 (81). С. 88–90.

8. Портнов Е.М., Вин Мьинт Зо Формирование жидкостных меток в автоматических измерителях расходов и скоростей газовых потоков на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ) // Актуальные проблемы современной науки. 2008. № 5. С. 208–209.

9. Фарзане Э.Н. Метод измерения массового расхода газа // Датчики и системы. 2003. № 12. С. 25–27.

10. Белик А.Г., Цыганенко В.Н. Дискретные измерения расхода жидкости и газа при переменных перепадах давления // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2016. Т. 6. № 2. С. 358–361.

УДК 004

РАЗВИТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ. G-МЕТОД

Гавришин А.И.

Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: agavrishin@rambler.ru

Цель статьи – кратко описать обоснование критерия Z-квадрат и процедуру оригинальной цифровой технологии классификации многомерных наблюдений (G-метод). Классификационные методы играют ведущую роль в познании жизни, общества и окружающего мира. На основе способа преобразования числа зависимых наблюдений (N) в статистически эквивалентное число независимых (n), предложенный А.А. Баговым (1969), выполнен вывод формулы критерия Z^2 для зависимых наблюдений и признаков. На основе оригинального критерия Z-квадрат развита новая цифровая компьютерная технология – G-метод классификации многомерных наблюдений, который обладает следующими важными свойствами: построение классификации в условиях неопределенности (задача без учителя); использование зависимых признаков; выделение таксонов различных уровней; оценку информативности отдельных признаков и исключение неинформативных; оценку сходства-различия между однородными таксонами по каждому признаку и по сумме признаков. Цифровая компьютерная технология – G-метод классификации многомерных наблюдений – успешно применена при изучении объектов, явлений и процессов на Земле, Луне, Марсе, Юпитере, кометах, астероидах и в дальнем космосе. В статье приведены примеры применения классификационной технологии при построении и анализе классификации лунных пород и стекол по химическому составу, по изучению связи особенностей поверхности Марса с его геологическим строением, по анализу связи поверхности спутника Сатурна Феба с его составом, по описанию закономерностей формирования химического состава шахтных вод Восточного Донбасса.

Ключевые слова: статистический критерий, классификационная технология, без учителя, однородные таксоны, зависимые признаки

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DIGITAL CLASSIFICATION TECHNOLOGY. G-METHOD

Gavrishin A.I.

South-Russian State Polytechnic University, Novocherkassk, e-mail: agavrishin@rambler.ru

The purpose of the paper is to briefly describe the rationale for the criterion of Z-squared and guaranteed original digital technology classification of multivariate observations (G-method). Classification methods play a key role in the knowledge of life, society and the world around them. Classified means. Based on how the number of dependent observations (N) statistically equivalent to the number of independent (n) proposed by A.A. Bagrov (1969) made criterion formula Z^2 for dependent observations and signs. Based on the original Z-squared criteria developed new digital computer technology – G-classification method of multivariate observations (separation of homogeneous sets), which has the following important properties: building classification in the absence of a priori information about the taxonomic structure of the observations (a task without a teacher); the use of dependent traits; selection of taxa at various levels (types, classes, subclasses, etc.); assessment of the descriptiveness of the individual signs the classification and exclusion of no informative signs; evaluation of similarity-difference between homogeneous taxa in each basis and on the amount of signs. Digital computer technology – G-classification method of multivariate observations successfully applied when examining objects, phenomena and processes on Earth, Moon, Mars, Jupiter, comets, asteroids and deep space. The article gives examples of classification of technology when building and classification analysis of Lunar rocks and glass by chemical composition, for the study of the communication features of the surface of Mars with its geological structure, communication analysis the surface of Saturn's moon Phoebe since its composition, according to the description of the regularities of the formation of the chemical composition of mine waters in Eastern Donbass.

Keywords: statistical criteria, classification technology, without a teacher, similar taxa, dependent traits

В познании жизни, окружающего мира и общества классификационные методы играют ведущую роль. В определенном смысле можно утверждать, что классифицировать – значит познать. Хорошо известна роль гениальных классификаций в развитии человеческих знаний, например, стратиграфической шкалы, периодической системы химических элементов, классификаций биологических видов, горных пород, подземных вод и многих других.

Получая новую информацию, исследователь часто сталкивается с проблемой построения новой классификационной структуры наблюдений. Для решения этой задачи необходима эффективная цифровая компьютерная технология построения классификации многомерных наблюдений. При выделении однородных частей объектов, явлений и процессов появляется возможность обоснованно применить математико-статистические методы их объективной

характеристики, а сравнением однородных частей – открывать новые закономерности их формирования.

По теории и методам классификации многомерных наблюдений имеются сотни работ, в которых предлагается использование кластерного анализа, применение алгоритмов классификации в условиях наличия априорной информации о классификационной структуре наблюдений (задача с учителем) и в меньшей степени задача самоорганизации (без учителя). Одной из первых работ в области распознавания образов считают исследования Ф. Розенблата по созданию персептрона в 1950-е гг. В России различным методам классификации наблюдений и распознавания образов посвящены сотни публикаций [1–3]; в области классификации геологических данных также выполнены многочисленные исследования [4–6].

Столкнувшись с проблемой обобщения геохимической информации по Уральскому региону (сотни тысяч анализов и тысячи геохимических аномалий), автор пришел к выводу о необходимости разработки новой классификационной технологии. Эта технология получила название G-метод, использована при обосновании многих научных и прикладных вопросов и опубликована более чем в 200 работах в России и за рубежом [6–8].

Одна из первых работ автора по проблемам построения классификации геологических данных опубликована в журнале «Геология и геофизика» [9]. Основная идеология нового критерия была представлена в кандидатской диссертации «Вопросы методики и некоторые результаты применения математической статистики и ЭЦВМ при гидрогеохимических исследованиях (на примере Урала)». В настоящей работе автор излагает краткий вывод критерия, основные положения классификационной технологии и некоторые примеры их использования.

Вывод критерия

При выводе формулы Z^2 для зависимых наблюдений и признаков нами использован прием преобразования числа зависимых наблюдений (N) в статистически эквивалентное число независимых (n), предложенный А.А. Багровым [3], который показал, что

$$n = \left[trR\right]^2 / trR^2 = N^2 / \sum_{ph} r_{ph}^2,$$

где r_{ph} – коэффициент корреляции между наблюдениями p и h, tr R – след матрицы R.

Эту формулу определения эквивалентного числа независимых наблюдений n по числу зависимых N мы использовали для обоснования критерия Z^2 [5, 6, 8].

Воспользовавшись условием эквивалентности, можно записать

$$n\sum_{j}^{N}\left(x_j / S_j\right)^2 / N = N\sum_{j}^{N}\left(x_j / S_j\right)^2 / \sum_{ph} r_{ph}^2,$$

где x_j – значение наблюдения j; S_j – среднеквадратичное отклонение.

Но первая часть этого уравнения имеет распределение χ^2 с числом степеней свободы $f = n$, следовательно, величина

$$Z^2 = N\sum_{j}^{N}\left(x_j / S_j\right)^2 / \sum_{ph} r_{ph}^2$$

также имеет распределение $\chi 2$ с

$$f = n = N^2 / \sum_{ph} r_{ph}^2.$$

Переходя к более общему случаю, когда среднее не равно нулю, можно записать аналогичную процедуру для зависимых признаков M и независимых наблюдений N, воспользовавшись формулой эквивалентности

$$Z^2 = \frac{M}{\sum_{sk} r_{sk}^2} \cdot \sum_{ij}^{MN} \frac{\left(X_{ij} - \overline{X}_j\right)^2}{S_j^2} = K\sum_{ij}^{MN} Z_{ij}^2,$$

$$f = K \cdot M \cdot N,\ G = \sqrt{2z^2} - \sqrt{2\left(f-1\right)},$$

где X_{ij} – значение признака j в наблюдении i; $\overline{x_j}$, S_j – среднее и стандартное отклонение признака j; r_{sk} – коэффициент корреляции между признаками s и k; M – число признаков; N – число наблюдений; f – число степеней свободы; G – преобразование распределения χ^2 к нормальному с параметрами (0,1). Если вычисленное $G > G_q$, то наблюдение (или N наблюдений) по M признакам не принадлежит данному однородному классу наблюдений с уровнем значимости q.

Последняя ситуация (независимые наблюдения и зависимые признаки) очень часто встречается на практике и поэтому рассмотрим ее наиболее подробно.

Если признаки функционально зависимы, то все $r_{sk} = 1$ и коэффициент $K = 1/M$; $Z_{1j}^2 = Z_{2j}^2 = \ldots = Z_{Mj}^2$ и тогда

$$Z^2 = \sum_{j}^{N} Z_j^2,$$

с числом степеней свободы $f = N$.

Это означает, что мы имеем дело только с одним независимым признаком.

Если признаки независимы, т.е. $r_{sk} = 0$ при $s \neq k$ и $r_{sk} = 1$ при $s = k$, то $K = 1$ и тогда

$$Z^2 = \sum_{ij} Z_{ij}^2,\ f = MN.$$

Получен тривиальный случай для независимых признаков.

Таким образом, последняя формула справедлива и для крайних случаев, когда величины зависят функционально или независимы.

Метод классификации многомерных наблюдений

При изучении природных объектов, явлений и процессов широко применяются различные модификации кластерных построений, выделения однородных статистических совокупностей, факторного анализа, процедуры распознавания образов, которые позволяют выделить некоторые однородные по заданному комплексу признаков части объектов и далее проводить анализ закономерностей их формирования.

Среди методов классификации многомерных наблюдений выделяются три главные группы:

1) построение классификации в условиях неопределенности (задача без учителя);

2) построение классификации при наличии некоторых априорных данных;

3) классифицирование новых наблюдений по известной классификации.

Формально задача построения классификации может быть сформулирована следующим образом: множество наблюдений *N*, каждое из которых охарактеризовано *M* признаками, необходимо разделить на подмножества – однородные таксоны, внутри которых наблюдения близки между собой, а таксоны максимально различаются.

В основу рассматриваемой классификационной процедуры положен описанный критерий Z^2, позволяющий использовать зависимые признаки. Проверяется нулевая гипотеза (Но) об отсутствии различий между множеством многомерных наблюдений и данной статистической совокупностью, т.е. гипотеза о принадлежности многомерных наблюдений к данному однородному таксону.

На основе оригинального критерии Z-квадрат развит новый цифровой компьютерный G-метод [5, 6, 8] классификации многомерных наблюдений, в котором удалось реализовать большинство указанных выше важных особенностей: построение классификации в условиях самоорганизации (задача без учителя); использование зависимых признаков; неограниченное соотношение между числом наблюдений (*N*) и числом признаков (*M*); выделение таксонов различных уровней; оценка сходства-различия между однородными таксонами по каждому признаку и по сумме признаков и другие.

Процедура цифровой компьютерной классификационной технологии сводится к следующим операциям: выбирается исходная система координат; отыскивается центр первого однородного таксона и все наблюдения этого таксона; выполняется повторение указанных операций для наблюдений, не вошедших в предыдущие однородные таксоны.

Создано несколько вариантов компьютерных программ реализующих G-метод (Оптим, Анатф, G-mode, AGAT и др.). Наиболее эффективной оказалась программа AGAT-2 (Свидетельство о государственной регистрации программы № 2008615215 от 29 октября 2008 г.), позволяющая автоматически строить классификации многомерных наблюдений различного уровня детальности.

Примеры применения классификационной технологии

Цифровая компьютерная технология классификации многомерных наблюдений (G-метод) успешно применена при изучении природных и антропогенных систем на Земле, Луне, Марсе, Юпитере, кометах, астероидах и в дальнем космосе. По результатам этих исследований опубликовано более 200 работ, в том числе более 100 в России и за рубежом в соавторстве с итальянскими, французскими, немецкими и американскими коллегами [5, 6, 8].

Ниже рассмотрены отдельные примеры практического применения цифровой компьютерной технологии G-метод при построении классификаций объектов, явлений и процессов и описания закономерностей их формирования.

Классификация лунных пород и стекол

При построении классификации лунных пород и стекол по химическому составу использовано более 2500 анализов образцов, доставленных автоматическими станциями «Луна-16 и 20» и астронавтами кораблей «Аполлон-11, 12, 14, 15, 16 и 17». Для каждой из космических экспедиций были составлены классификации образцов по составу породообразующих окислов [5, 7]. Обобщение всех классификаций позволило уверенно выделить семь главных групп лунных пород:

1. Анортозиты (габбро-анортозиты).

2. Материковые базальты (полевошпатовые базальты, анортозитовые габбро).

3. Криповые базальты (KREEP, базальты Фра Мауро).

4. Габбро-базальты (морские базальты Моря Изобилия).

5. Морские базальты (базальты Океана Бурь и Моря Дождей).

6. Высокотитанистые морские базальты (базальты Моря Спокойствия).

7. Калиевые граниты (высококремнистые породы).

Группы объединены в три типа. Первый тип – анортозитовые породы – является материковым веществом. Ко второму типу отнесены пять групп базальтов, которые образовались позднее первого типа при излиянии расплавов вещества на поверхность. Третий оригинальный по составу тип обнаружен впервые авторами и соответствует калиевым гранитам, которые могут быть остаточным материалом после отделения базальтов. Наличие значительного количества калиевых гранитов на Луне может сильно повлиять на существующие представления о ее элементарном составе, так как с указанными породами могут быть связаны повышенные концентрации многих элементов, которые сейчас относят к потерянным в процессе аккреции.

Изучение поверхности Марса

G-метод применен при построении классификации топографической поверхности Марса [10] по данным Марсианского орбитального лазерного альтиметра (MOLA). В качестве главных признаков использованы средние квадратичные отклонения высоты и уклонов и экспонента Харста (Hurst). Выявлено, что параметр «среднее квадратичное отклонение высот» резко различен для северного и южного полушарий Марса, в то время как экспонента Харста имеет выраженный широтный тренд. Классификация наблюдений выявила 29 однородных таксонов, некоторые из них имеют четкую корреляцию с геологическим строением планеты, другие – коррелируются с широтным трендом.

Изучение спутника Сатурна Феба

Для изучения состава поверхности спутника Сатурна Феба использованы спектральные данные, полученные космической экспедицией Кассини (Cassini) с помощью спектрометра VIMS. Феба, по мнению многих астрономов, является внешним телом, захваченным гравитацией Сатурна из пояса Купера, поэтому он характеризуется оригинальным составом и строением. По результатам классификации спектральных данных [11] установлено, что помимо крупных таксонов, характеризующих основную часть поверхности спутника, которая сложена каменно-ледяным материалом, выделены оригинальные классы, свидетельствующие о наличии участков, где коррелируются высокие содержания H_2O и CO_2 (газ заключен во льду) и где CO_2 не коррелируется с H_2O. Это может свидетельствовать о наличии оригинальных процессов на Фебе.

Изучение гидрогеохимических закономерностей

Значительные объемы исследований и количество публикаций посвящены проблемам изучения закономерностей формирования химического состава шахтных, грунтовых и поверхностных вод Восточного Донбасса [5, 6, 8]. При обобщении гидрогеохимической информации использовано более 2000 анализов вод за столетний период (с 1920 по 2015 г.).

Типы изменения состава шахтных вод. С помощью G-метода выделено четыре главных гидрогеохимических типа изменения химического состава шахтных вод по результатам опробования в 1923, 1967, 1992 и в 2015 гг. [8]. Первый тип – это слабокислые (величина pH соответственно составила 4,4; 4,5; 6,0 и 5,7) сульфатные магниево-кальциево-натриевые воды с минерализацией 4,6; 4,4; 4,5 и 5,7 г/л. Второй – нейтральные (величина pH – 7,3; 7,8; 7,6 и 6,7) хлоридно-сульфатные натриевые воды с минерализацией 3,9; 3,9; 4,2 и 7,6 г/л. Третий тип (отсутствует в 2015 г.) – нейтральные (pH – 7,0; 6,9 и 7,8) сульфатно-хлоридные натриевые воды с минерализацией 3,2; 3,0 и 5,1 г/л. Четвертый – нейтральные (pH – 7,6; 7,7; 7,6 и 7,3) гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые (содовые) с минерализацией 3,2; 2,9; 4,5 и 2,7 г/л.

Наиболее интересные генетические выводы связаны с первым и четвертым типами. Первый тип характеризуется преобразованием исходных слабоминерализованных вод в кислые сульфатные воды с высокими содержаниями Fe, Al, Cu, Pb, Co и других металлов, что обусловлено интенсивным развитием процессов окисления серы и сульфидов. Воды первого типа формируют наиболее интенсивные потоки загрязнения природных вод региона [12, 13].

Четвертый тип формирования химического состава шахтных вод – это оригинальные содовые гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые воды с высокими содержаниями HCO_3 и очень низкими Ca и Mg. В горные выработки поступают содовые подземные воды, которые образуются в результате испарительно-конденсационных процессов в водоуглеродной газовой фазе (обратная вертикальная геохимическая зональность подземных вод региона). Автор делает прогноз [5, 6, 8], что в районе угольных шахт, где обнаружены содовые воды четвертого типа, наиболее высоки перспективы обнаружения нефтегазовых месторождений,

например, в структурах Гуково-Зверевского угленосного района.

Заключение

В познании жизни, общества и окружающего мира классификационные методы играют ведущую роль. Получая новую информацию, исследователь обычно сталкивается с проблемой построения новой классификационной структуры наблюдений для обнаружения и описания ранее не известных закономерностей.

Вывод формулы описанного критерия Z^2 для зависимых наблюдений и признаков выполнен с использованием способа преобразования числа зависимых наблюдений (N) в статистически эквивалентное число независимых (n), предложенного А.А. Багровым.

На основе оригинального критерии Z-квадрат развита и применена новая цифровая компьютерная технология – G-метод классификации многомерных наблюдений, который обладает такими важными свойствами, как построение классификации в условиях неопределенности (задача без учителя); использование зависимых признаков; оценка сходства-различия между однородными таксонами, выделение таксонов различного уровня и другими.

Цифровая компьютерная классификационная технология (G-метод) успешно применена при изучении объектов, явлений и процессов на Земле, Луне, Марсе, Юпитере, кометах, астероидах и в дальнем космосе. Например, применение указанной технологии при изучении лунных пород и стекол позволило построить их классификацию по химическому составу, изучить связь особенностей поверхности Марса с его геологическим строением, установить зависимость цвета поверхности спутника Сатурна Феба от его состава, описать закономерности формирования химического состава шахтных и подземных вод Восточного Донбасса.

Автор выражает благодарность за помощь в проведении исследований Международной программе «Эразмус. Минерал+», «Модернизация геологического образования в российских и вьетнамских университетах».

Список литературы

1. Акопов А.С. Имитационное моделирование. М.: Наука, 2018. 389 с.

2. Бухтояров В.В. Трехступенчатый эволюционный метод формирования коллективов нейронных сетей для решения задач классификации // Программные продукты и системы. 2012. № 4. С. 101–106.

3. Фомин Я.А. Распознавание образов: теория и применения. М.: ФАЗИС, 2012. 429 с.

4. Багров А.А. Об эквивалентном числе независимых данных // Труды Гидромет. науч.-исслед. центра. Л.: Гидрометиздат, 1969. Вып. 44. С. 3–11.

5. Гавришин А.И., Корадини А. Многомерный классификационный метод и его применение при изучении природных объектов. М.: Недра, 1994. 92 с.

6. Gavrishin A.I. Multidimensional Classification Method in the Study of Naturel and Anthropogenic Systems. Journal of Advances in Applied & Computational Mathematics. 2018. No. 5. P. 16–21.

7. Tossi F. and seven colleagues. G-mode classification of spectroscopic data. Earth, Moon and Planets. 2005. № 96. P. 165–197.

8. Gavrishin A.I. Mine Waters of the Eastern Donbass and Their Effect on the Chemistry of Groundwater and Surface Water in the Region. Water Resources. 2018a. vol. 45. No. 5. P. 785–794.

9. Гавришин А.И., Юшков Ю.Н. О математической интерпретации результатов геохимических поисков // Геология и геофизика. 1967. № 6. С. 67–72.

10. Orosei R. and six colleagues. Self-affine behavior of Martian topography at kilometer scale from Mars Orbiter Laser Altimeter data. Journal of Geophysical Research. 2003. Vol. 108. No. E4 (8023). P. GDS 4-1 – 4-10.

11. Coradini A. and 32 colleagues. Identification of spectral units on Phoebe. Icarus. 2008. vol. 193. No 1. P. 233–251.

12. Закруткин В.Е., Скляренко Г.Ю., Гибков Е.В. Особенности химического состава и степень загрязненности подземных вод углепромышленных районов Восточного Донбасса // Известия вузов. Северокавказский регион. Серия: Естественные науки. 2014. № 4. С. 73–77.

13. Мохов А.В. О растекании шахтных вод из затопленных угольных шахт в недрах // Доклады Академии наук. 2011. Т. 438. № 4. С. 494–496.

УДК 004.896:504.064

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДБОРА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ IN VITRO

[1]Иващук О.А., [1]Щербинина Н.В., [2]Забнин С.А.

[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: ivaschuk@bsu.edu.ru;

[2]ООО «Интерактивные технологии и системы», Москва, e-mail: ivaschuk@bsu.edu.ru

В данной статье представлены результаты исследований по автоматизации определения оптимальных условий культивирования растений в условиях *in vitro*, являющихся ценными источниками биологически активных добавок, на основе использования нейросетевых технологий моделирования. Для формирования обучающих и тестовых выборок и построения моделей проведены предварительные лабораторные эксперименты, в которых для получения проростков и мини-растений использовали в качестве растительных эксплантов семена шалфея лугового (*Salvia pratensis* L., семейство *Lamiaceae*), собранные в Белгородской области (Центральный регион России). Получены предварительные данные об оптимальных параметрах культивирования на питательных средах, содержащих различные концентрации фитогормонов. Предложен подход к решению задачи автоматизированного управления процессом культивирования *in vitro* растений и оптимизации параметров питательной среды (компонентного состава и концентрации фитогормонов) на основе аппарата искусственных нейронных сетей. Исследованы возможности различных видов нейронных сетей для нейросетевой идентификации. С помощью разработанных адекватных нейросетевых моделей были проведены имитационные эксперименты с целью оптимизации параметров процесса микроклонального размножения на примере *Salvia pratensis* L., на основе которых выбраны оптимальные составы и концентрации питательных сред для получения требуемых параметров мини-растений, выращенных в условиях *in vitro*. Полученные результаты свидетельствует о том, что нейросетевой подход на базе многослойного персептрона является эффективным способом обеспечения автоматизации подбора питательной среды для выращивания растений в условиях *in vitro*.

Ключевые слова: автоматизация и оптимизация, искусственные нейронные сети, нейросетевая идентификация, микроклональное размножение

NEURAL NETWORK APPROACH TO AUTOMATING THE SELECTION OF NUTRIENT ENVIRONMENT FOR CULTIVATION OF PLANTS UNDER IN VITRO CONDITIONS

[1]Ivaschuk O.A., [1]Shcherbinina N.V., [2]Zabnin S.A.

[1]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, e-mail: ivaschuk@bsu.edu.ru;

[2]OOO «Interactive technologies and systems», Moscow, e-mail: ivaschuk@bsu.edu.ru

This article presents the results of studies on the automation of determining the optimal conditions for the cultivation of plants *in vitro*, which are valuable sources of dietary supplements, based on the use of neural network modeling technologies. For the formation of training and test samples and the construction of models, preliminary laboratory experiments were carried out in which seeds of sage meadow (*Salvia pratensis* L., family Lamiaceae) collected in the Belgorod Region (Central Region of Russia) were used to obtain seedlings and mini-plants. Preliminary data on the optimal cultivation parameters on nutrient media containing various concentrations of phytohormones were obtained. An approach is proposed to solve the problem of automated control of the cultivation process *in vitro* of plants and optimization of the parameters of the nutrient medium (component composition and concentration of phytohormones) based on the apparatus of artificial neural networks. The possibilities of various types of neural networks for neural network identification are investigated. Using the developed adequate neural network models, simulation experiments were conducted to optimize the parameters of the process of microclonal propagation using the example of *Salvia pratensis* L., on the basis of which the optimal composition and concentration of nutrient media were selected to obtain the required parameters of mini-plants grown *in vitro*. The analysis of the results suggests that the neural network approach based on multi-layer perceptron is an effective way to ensure the automation of the selection of nutrient medium for growing plants *in vitro*.

Keywords: automation and optimization, artificial neural networks, neural network identification, microclonal reproduction

В настоящее время использование современных методов и средств интеллектуального моделирования, в частности аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС), является крайне актуальным в целях разработки инструментария для проведения необходимого количества имитационных компьютерных экспериментов и обеспечения автоматизированного подбора параметров различных нелинейных стохастических процессов, особенно в тех случаях, когда натурные опыты связаны со значительными затратами материальных и трудовых ресурсов [1, 2]. К подобным процессам

относится микроклональное размножение растений (*in vitro*), которое, с одной стороны, является качественным способом получения достаточного количества безвирусного посадочного материала. С другой стороны, данный процесс при реализации его в лабораторных условиях является длительным, трудоемким и затратным, требует проведения значительного числа опытов. Кроме того, при анализе его результатов необходимо обрабатывать значительные объёмы разнородной, иногда слабоструктурированной, информации.

Ранее авторами уже была проведена успешная апробация использования нейросетевых методов идентификации процесса микроклонального размножения с последующей разработкой эффективной нейросетевой стратегии оптимизации параметров одного из основных этапов этого процесса – стерилизации растительных эксплантов [3, 4].

Цель исследования: обеспечение автоматизации процесса микроклонального размножения растений за счет построения нейросетевой модели, позволяющей подобрать оптимальный компонентный состав питательных сред для получения требуемых характеристик взращиваемых мини-растений в условиях *in vitro* без проведения серии дорогостоящих натурных опытов.

Материалы и методы исследования

Для формирования обучающих и тестовых выборок и реализации процесса моделирования были проведены эксперименты с представителем семейства Яснотковые (Lamiaceae), произрастающим на территории Белгородской области и являющимся лекарственным растением, а также природным источником биологически активных веществ (БАВ) – Шалфей луговой (*Salvia pratensis* L.). Шалфей луговой – эфирномасличное и декоративное растение, обладающее антибактериальным, противовоспалительным, отхаркивающим, тонизирующим, вяжущим, мочегонным, спазмолитическим и ранозаживляющим действием [5, 6].

С помощью ранее разработанной авторами нейросетевой модели оценки и прогнозирования результатов этапа стерилизации [3, 4] были получены параметры для этапа стерилизации, которые обеспечивают наиболее оптимальное соотношение количества стерильных растительных эксплантов (80 и 100 %) к количеству жизнеспособных семян (42 и 25 % соответственно). Это стерилизующий агент раствор биоцида (с = 3 %), время стерилизации t = 10 мин; раствор хлорамина Б (с = 10 %), t = 10 мин. Для получения асептического растительного материала использовались среды Мурасиге – Скуга [7], в которые были добавлены фитогормоны, в различных концентрациях и сочетаниях, как это показано в табл. 1.

Достоверность исследований проверялась с применением точного критерия Фишера. Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятым методам, принятым в биометрии.

Оптимальной средой для получения мини-растений определена среда MS_3, при использовании которой растения отличаются бóльшим числом появившихся листьев, более развитой корневой системой и более жизнеспособным состоянием. В табл. 2 показаны результаты, полученные для данной среды.

Построение нейросетевой модели

Способность ИНС к обучению позволяет получить более простые решения, при этом нейросетевые стратегии управления остаются эффективными как в условиях действия помех, так и при изменении параметров исследуемых процессов. В настоящее время при построении систем управления нелинейными процессами и объектами наибольшую популярность получили ИНС типа многослойный персептрон (МП), радиально-базисные сети (РБС), CMAC-контроллеры, а также нейро-фаззи сети [8, 9]. Следует особо отметить, что, благодаря способности ИНС к самообучению, для систем управления построенных на основе нейроконтроллеров, наличие большого объема априорной информации не требуется.

В ходе исследований использовалась последовательно-параллельная модель, позволяющая делать прогноз поведения объекта на необходимое количество тактов вперед. Расчет выходных значений сигнала $\hat{y}(k+1)$ определяется по формуле

$$\hat{y}(k+1)=f\left(y(k),y(k-1),...,u(k),u(k-1),...\right), \quad (1)$$

где $u(k)$, $u(k-1)$,... – входные сигналы объекта; $y(k)$, $y(k-1)$,... – выходные сигналы объекта.

Таблица 1

Используемые питательные среды

Название питательной среды / Концентрации фитогормонов (мг/л)	MS_1	MS_2	MS_3	MS_4	MS_5	MS_6	MS_7	MS_8	MS_9	MS_{10}	MS_{11}
6-бензиламинопурин	1	3	0	0	0	1	0,5	1	0	1	2
индолил-3-уксусная кислота	0	0	1	0	2	0	0	2	20	0	0,5
индолил-3-масляная кислота	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
кинетин	0	0	0	0	0,2	0,1	0	1	2	0	0
а-нафтилуксусная кислота	0	0	0	0	0	0,5	0	2	0	12	0
2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0

Таблица 2

Характеристика роста проростков вида *S. pratensis* на среде MS_3

Питательная среда	Результаты контроля растений		
	Через 7 дней	Через 14 дней	Через 21 день
MS_3	Длина стебля – 2,5 см; число листьев – 4 шт.; цвет – насыщенный зеленый	Длина стебля – 3,5 см; число листьев – 6 шт.; цвет – насыщенный зеленый	Длина стебля – 4 см; число листьев – 8 шт.; цвет – насыщенный зеленый

Для построения нейросетевой модели процесса микроклонального размножения в работе применены ИНС типа МП, которые позволяют аппроксимировать любую непрерывную функцию с заданной точностью [10, 11]. Нелинейный оператор объекта (2) аппроксимируется сетью системой базисных функций $\{\Phi_i(u)\}$, реализуемой нейронами, образующими слои сети. При этом задача идентификации сводится к обучению сети, то есть настройке параметров сети на основе предъявления обучающей выборки.

$$\hat{y}(k)=\sum_{i=1}^{N} w_i \Phi_i\left(u(k)\right), \qquad (2)$$

где w_i – весовые параметры сети;

$$u(k)=\left(y(k-1),...,y(k-m),u(k-1),...,u(k-n)\right)^T.$$

Для настройки весовых коэффициентов нейросетевых моделей процесса микроклонального размножения использовался один из наиболее эффективных алгоритмов обучения МП – модификация метода Ньютона – метод Левенберга – Марквардта [12]. Обучение МП считалось успешным, когда сетевая ошибка достигала допустимого значения.

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс микроклонального размножения относится к классу MIMO-процессов. Входной сигнал нейросетевой модели $u(k)$ представляет собой вектор, содержащий информацию о составе модифицированной питательной среды Мурасиге – Скуга для получения мини-растений в условиях *in vitro* для растений шалфея лугового (*Salvia pratensis* L.) – концентрации шести фитогормонов (табл. 1); выходной векторный сигнал нейросетевой модели $y^*(k)$ содержит информацию о трех контролируемых параметрах растений – длина стебля (см), количество листьев (шт.), кодируемый цвет корня (ед.). В качестве функции активации нейронов в скрытом слое использовался гиперболический тангенс, а в выходном слое – линейная функция. Настройка сети осуществлялась на основании 7560 обучающих пар, требуемая точность составляла $1\cdot10^{-6}$. Инициализация весов и смещений осуществлялась согласно правилу, при котором каждый вес равномерно распределен в диапазоне [–α, α], где α задается формулой [9]:

$$\alpha(w_{ij}^{lm})=\frac{1}{N^m+1}, \qquad (3)$$

где N^m – число нейронов в слое m.

Предварительно было проведено центрирование и нормирование входных и выходных переменных:

$$\overline{u}_{jk}=\frac{u_{jk}-m_{u_j}}{\sigma_{u_j}},$$

$$\overline{y}_{ik}=\frac{y_{ik}-m_{y_i}}{\sigma_{y_i}}, j=\overline{1,6}, i=\overline{1,3}, k=\overline{1,7560}, \qquad (4)$$

где m_{u_j} – среднее выборки u_{jk}, $k=\overline{1,7560}$; m_y – среднее выборки y_k, $k=\overline{1,7560}$; σ_{u_j}, σ_{y_i} – дисперсии выборок u_{jk} и y_k соответственно.

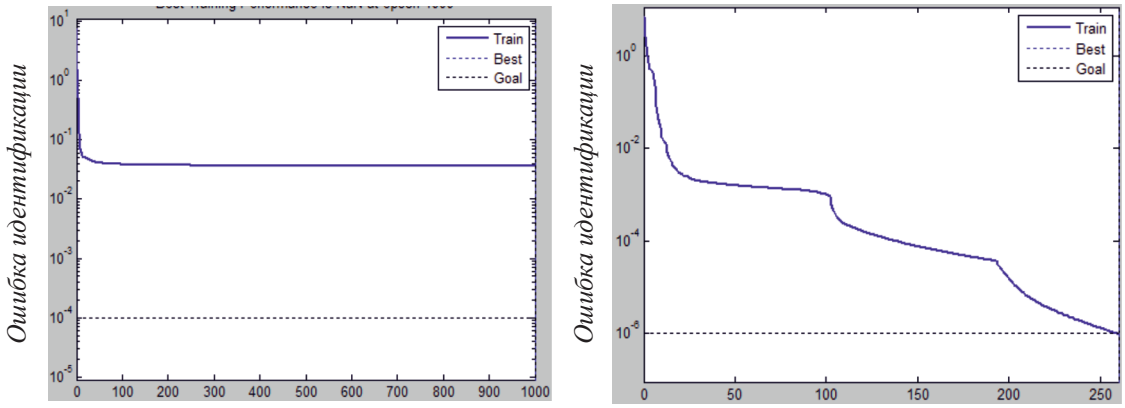
При построении нейросетевых моделей проводились эксперименты с различными структурами сетей, начиная от простейшей сети 6–3 без обратных связей, состоящей из двух слоев, с шестью нейронами в скрытом слое и тремя нейронами в выходном слое и заканчивая сетями, включающими задержки по входным сигналам.

Рис. 1, а, отражает динамику обучения двухслойной нейросетевой модели 6–3,

структура которой показана на рис. 2, а. Как видно из рис. 1, а, сеть не достигла требуемой точности, величина ошибки стабилизировалась на уровне 0,0356. На рис. 1, б, показана кривая обучения для трехслойной нейросетевой модели 50–50–3, показавшей наилучший результат. Архитектура модели показана на рис. 2, б. Заданной точности выбранная ИНС достигла за 260 итераций за 13 минут 10 секунд. Результаты идентификации объекта представлены на рис. 3. Здесь сплошной зеленой линией показаны выходы нейросетевой модели, а ромбиками – значения контролируемых параметров процесса микроклонального размножения – длина стебля, количество листьев, цвет корня. Как видно из рисунка, сеть способна с высокой точностью воспроизводить параметры идентифицируемого процесса.

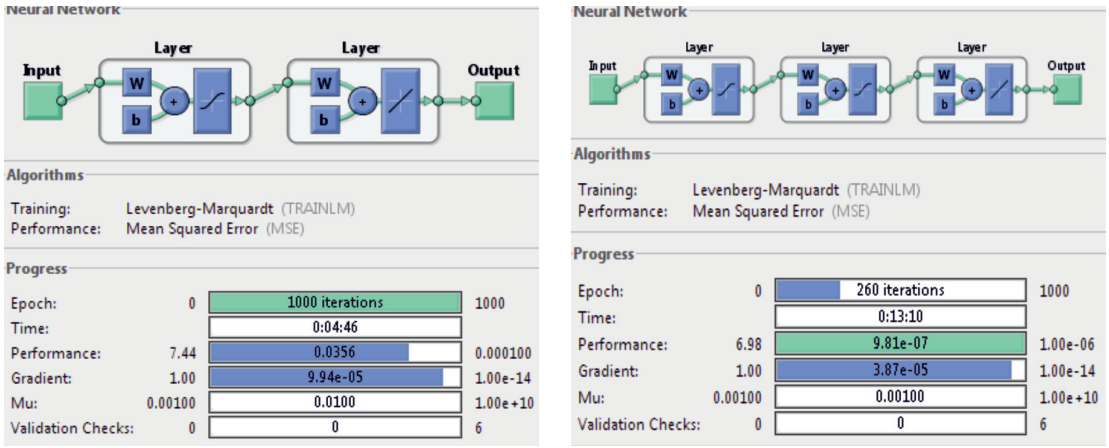
Выводы

Построена адекватная нейросетевая модель (МП 50-50-3), обеспечивающая автоматизированный подбор параметров питательной среды для размножения *in vitro* растений, являющихся источниками БАВ. Входными параметрами данной модели являются концентрации шести фитогормонов в различных сочетаниях, выход – параметры растений, характеризующие их состояние как посадочного материала: длина стебля (см), количество листьев (шт.), кодируемый цвет корня (ед.). Для обучения и тестирования сети проведена серия предварительных экспериментальных исследований по микроклональному размножению растений с использованием семян шалфея лугового, собранного в 2017–2018 гг. на территории Белгородского региона.



а) *б)*

Рис. 1. Динамика обучения нейросетевых моделей: сеть 6–3 а), сеть 50–50–3 б)



а) *б)*

Рис. 2. Структура нейросетевых моделей: сеть 6–3 а), сеть 50–50–3 б)

Рис. 3. Результаты нейросетевой идентификации процесса микроклонального размножения

Практическое использование разработанной нейросетевой модели позволит без проведения дорогостоящих натурных опытов в автоматизированном режиме определять необходимый состав питательных сред для выращивания в условиях *in vitro* качественных безвирусных лекарственных растений семейства Lamiaceae.

Список литературы

1. Бессонов А.А., Руденко С.О. Идентификация нелинейных нестационарных объектов с помощью эволюционного многослойного персептрона // Вестник ХНТУ. 2012. № 1 (44). С. 130–135.

2. Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф. Нейроуправление и его приложения. М.: ИПРЖР, 2000. 272 с.

3. Ivashchuk O.A., Batlutskaya I.V., Maslova E.V., Shcherbinina N.V., Shamraev A.A., Gaidai P.A. Approaches to Conservation of Biodiversity of Rare and Endangered Medicinal Plants on the Basis of Microclonal Multiplication With Optimization of Parameters by Methods of Neural Network Modeling. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018b. № 9(5). P. 2347–2356.

4. Ivashchuk O.A. Maslova E.V., Batlutskaya I.V., Shcherbinina N.V., Degtyareva K.A., Gulya N.I., Zhuravlev M.D. Optimization of sterilization process of plant explants when introduced into culture *in vitro* based on artificial neural networks (by the example of the family Labiatae Juss. (Lamiaceae)). International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). 2017. Vol. 8. Issue 4. P. 1698–1707.

5. Bremer B., Bremer K., Chase M.W., Fay M.F., Reveal J.L., Soltis D.E., Soltis P.S., Stevens P.F., Anderberg A.A., Moore M.J., Olmstead R.G., Rudall P.J., Sytsma K.J., Tank D.C., Wurdack K., Q.-Y J. Xiang, S. Zmarztet. An update of the Angiosperm Phylogeny Groupclassification for the orders and families of floweringplants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 2009. Vol. 161. P. 105–121.

6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.

7. Murashige T., Skoog F.A. A revised medium for rapid growth and with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15(3). P. 473–497.

8. Каллан Роберт. Основные концепции нейронных сетей. М.: Издательский дом Вильямс, 2001. 287 с.

9. Удовенко С.Г., Шамраев А.А., Дибе Г. Цифровое нейро-нечеткое управление блоками линейного сильноточного ускорителя электронов // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2009. № 2. С. 101–106.

10. Duc Truong Pham, Xing Liu. Neural Network for Identification, Prediction and Control. Springer London Ltd. 2012. 258 p.

11. Bosque G., I. del Campo, J. Echanobe. Fuzzy systems, neural networks and neuro-fuzzy systems: A vision on their hardware implementation and platforms over two decades. Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2014. Vol. 32. P. 283–331.

12. Бессонов А.А., Руденко О.Г. Робастная нейроэволюционная идентификация нелинейных нестационарных объектов // Кибернетика и системный анализ. 2014. № 1. С. 21–36.

УДК 004.052:629.78

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ СПУТНИКА ДЛЯ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПОЛЕЙ ГАЛУА

[1]Калмыков И.А., [1]Степанова Е.П., [1]Чистоусов Н.К., [1]Калмыков М.И., [2]Тынчеров К.Т.

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

[2]ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», филиал, Октябрьский

Перспективным направлением применения низкоорбитальных систем спутниковой связи являются автоматизированные системы дистанционного мониторинга, контроля и управления объектами добычи и транспортировки углеводородов Крайнего Севера. Для организации бесперебойной связи необходимо в состав группировки включить до 60 спутников. По мере увеличения числа стран, осваивающих месторождения Арктического шельфа, будет возрастать и количество группировок космических аппаратов. Это может привести к ситуации, когда спутник-нарушитель, оказавшись в зоне радиовидимости приемника, который располагается на абонентском терминале объекта, может навязать ранее перехваченную команду управления. В результате этого необслуживаемый объект добычи и транспортировки углеводородов может выйти из строя. Для предотвращения такой ситуации в статье предлагается использовать систему опознавания «свой-чужой». Для обеспечения высокой информационной скрытности в таких системах целесообразно использовать протокол аутентификации с нулевым разглашением знаний. С целью повышения скорости опознавания спутника предлагается использовать метод построения системы аутентификации КА низкоорбитальной системы спутниковой связи, использующий целочисленные алгебраические структуры конечных полей Галуа. Особое место среди последних занимают полиномиальные модулярные коды (ПМК), в которых арифметические операции выполняются независимо и параллельно по основаниям – неприводимым полиномам. Целью статьи является сокращение времени аутентификации спутника за счет использования ПМК.

Ключевые слова: система аутентификации космического аппарата, модулярные коды, метод построения системы аутентификации, полиномиальные модулярные коды

THE METHOD OF CONSTRUCTING THE AUTHENTICATION SYSTEM OF THE SATELLITE FOR A LEO SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM ON THE BASIS OF INTEGER ALGEBRAIC STRUCTURES OF GALOIS FIELDS

[1]Kalmykov I.A., [1]Stepanova E.P., [1]Chistousov N.K., [1]Kalmykov M.I., [2]Tyncherov K.T.

[1]Federal State Autonomous educational institution higher professional education «North-Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru;

[2]Branch of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technological University», Oktyabrskiy

Automated systems for remote monitoring, control and management of hydrocarbon production and transportation facilities in the Far North are a promising area of application of low-orbit satellite communication systems. For the organization of uninterrupted communication it is necessary to include up to 60 satellites in the group. As the number of countries developing Arctic shelf deposits increases, the number of spacecraft groupings will also increase. This can lead to a situation where the intruder satellite, being in the radio visibility zone of the receiver, which is located on the subscriber terminal of an unattended object, can impose a previously intercepted control command. As a result, the maintenance-free hydrocarbon production and transportation facility may fail. To prevent this situation, the article proposes to use the system of identification «friend or foe». To ensure high information secrecy in such systems, it is advisable to use the authentication Protocol with zero-knowledge proof knowledge. In order to increase the speed of identification of satellite b, it is proposed to use the method of constructing an authentication system for spacecraft of low-orbit satellite communication system using integer algebraic structures of finite Galois fields. A special place among the latter is occupied by polynomial modular codes (PMC), in which arithmetic operations of codes are performed independently and in parallel on bases – irreducible polynomials. The aim of the article is to reduce the time of satellite authentication by using polynomial modular codes.

Keywords: authentication system of the spacecraft, modular codes, the method of constructing the authentication system, polynomial modular codes

Известно, что низкоорбитальные системы спутниковой связи нашли широкое применение в таких глобальных проектах, как освоение Северного морского пути, создание информационно-телеметрических систем воздушного и наземного транспорта в высоких широтах. Особое место занимают проекты освоения шельфа Северного Ледовитого океана. В этом НССС входят в состав автоматизированных систем дистанционного мониторинга, контроля и управления (АСДМКУ) объектами добычи и транспортировки углеводородов [1]. Для организации связи состав группировки содержит от 48 до 60 спутников. Увеличение количества НССС может привести к ситуации, когда спутник-

нарушитель попытается навязать перехваченную и задержанную команду управления, что приведет к отказу объекта управления.

Устранить такую ситуацию можно за счет повышения информационной скрытности НССС с помощью системы аутентификации спутника (САС) [2]. Чтобы повысить скорость аутентификации спутника, необходимо перейти к параллельным вычислениям, то есть использовать целочисленные алгебраические структуры полей Галуа – полиномиальные модулярные коды (ПМК). Применение данных кодов позволяет осуществить распараллелить вычисления на уровне арифметических операций. Поэтому разработка метода построения САС, базирующейся на ПМК**,** является актуальной задачей.

Материалы и методы исследования

Очевидно, что эффективность обеспечения информационной скрытности НССС определяется протоколом аутентификации, который используется в системе аутентификации спутника. Проведенный анализ работ [3, 4] показал, что множество протоколов аутентификации можно разбить на три группы. В первую группу входят протоколы парольной аутентификации. Однако данные протоколы аутентификации не могут использоваться для опознавания спутника, так как имеют низкую криптографическую стойкость. Основу второй группы составляют протоколы аутентификации типа «запрос – ответ». В этих протоколах, согласно [4], широко используются алгоритмы шифрования. Однако данные протоколы нельзя использовать в САС, так как необходимо хранить секретные ключи не только на спутниках и объектах.

Этого недостатка лишены протоколы аутентификации с нулевым разглашением знаний, которые образуют третью группу. Однако в таких протоколах необходимо выполнить от 40 раундов идентификации [4]. Снизить временные затраты позволяет протокол, который представлен в работе [5]. Он состоит из следующих этапов.

Для работы САС выбирают большое простое число M, а также секретный ключ K, параметры S и T, удовлетворяющие $\{K,S,T\} < M-1$. С помощью S и T вычисляются сеансовые ключи и параметр проверки повторного их использования

$$S(j) = g^{\left(\prod_{i=1}^{n}(S_i\,(j-1)+K_i)\right)^{-1}} \bmod M,$$

$$T(j) = g^{\left(\prod_{i=1}^{n}(S_i\,(j-1)+K_i+T_i)\right)^{-1}} \bmod M, \qquad (1)$$

где $\{K_i, S_i, T_i\}$ – i-е блоки секретного ключа K, S и T; g – порождающий элемент; $\lceil \log_2 M \rceil = m_i n$; n – количество блоков размерностью m_i разрядов каждый.

Первый этап. Перед началом j-го сеанса работы САС определяется истинный статус спутника, используя сеансовый ключ $S(j)$ и параметры и параметр $T(j)$, согласно

$$C(j) = g^K g^{S(j)} g^{T(j)} \bmod M. \qquad (2)$$

Второй этап. Производится вычисление зашумленного статуса спутника, используя зашумленные значения K, $S(j)$ и T(j), согласно

$$C^*(j) = g^{K^*(j)} g^{S^*(j)} g^{T^*(j)} \bmod M, \qquad (3)$$

где $\{\Delta K(j), \Delta S(j), \Delta T(j)\} \le M-2$ – случайные числа зашумления; $K^*(j) = |K + \Delta K(j)|^+_{\varphi(M)}$; $S^*(j) = |S(j) + \Delta S(j)|^+_{\varphi(M)}$; $T^*(j) = |T(j) + \Delta T(j)|^+_{\varphi(M)}$.

Процедура аутентификации статуса спутника включает следующих два этапа.

Первый этап. Запросчик генерирует число $d(j) < M-2$, которое называется запросом, а затем передает его ответчику КА.

Второй этап. Ответчик отвечает на запрос $d(j)$ согласно

$$r_1(j) = |K^*(j) - d(j)K(j)|^+_{\varphi(M)},$$

$$r_2(j) = |S^*(j) - d(j)S(j)|^+_{\varphi(M)},$$

$$r_3(j) = |T^*(j) - d(j)T(j)|^+_{\varphi(M)}, \qquad (4)$$

где $\varphi(M)$ – функция Эйлера простого числа M.

Затем ответчик пересылает запросчику сигнал в виде $\{C(j), C^*(j), r_1(j)\, r_2(j)\, r_3(j)\}$.

Процесс аутентификации спутника реализуется с помощью выражения

$$Y(j) = (C(j))^{d(j)} g^{r_1(j)} g^{r_2(j)} g^{r_3(j)} \bmod M. \qquad (5)$$

Если результат совпал с $C^*(j)$, то спутник является «своим», и он может начать сеанс связи. В противном случае – спутник к каналу связи не допускается.

Согласно [4] для обеспечения высокой имитостойкости протокола аутентификации необходимо чтобы M имело не менее 128 разрядов, что приводит к значительным временным затратам на реализацию мультипликативных операций. Снизить время опознавания КА можно за счет использования целочисленных алгебраических структур полей Галуа, то есть ПМК.

В этих кодах в качестве оснований используются неприводимые полиномы $p_i(x)$, где $i = 1, 2,..., k$. Тогда целое число F переводится в полиномиальную форму $F(x)$, которая заменяется набором остатков $F(x) = (F_1(x), F_2(x),..., F_k(x))$, где $F_i(x) \equiv F(x) \bmod p_i(x)$ [6]. Тогда для полиномиальных модулярных кодов справедливы выражения

$$F(x) \oplus G(x) = ((F_1(x) \oplus G_1(x)) \bmod p_1(x), ..., (F_k(x) \oplus G_k(x)) \bmod p_k(x)), \qquad (6)$$

$$F(x) \cdot G(x) = ((F_1(x) \cdot G_1(x)) \bmod p_1(x), ..., (F_k(x) \cdot G_k(x)) \bmod p_k(x)), \qquad (7)$$

где $G_i(x) \equiv G(x) \bmod p_i(x)$; $i = 1, 2,..., k$.

Кортеж оснований ПМК задает величину рабочего диапазона

$$P(x) = \prod_{i=1}^{k} p_i(x). \quad (8)$$

Реализуем одномодульный протокол аутентификации спутника [5] с использованием целочисленных алгебраических структур полей Галуа. Выбираем параметры протокола, удовлетворяющие условию $\log_2\{K, S(j), T(j)\} < \deg P(x)$, где $\deg P(x)$ – степень полинома $P(x)$. Проводим конкатенацию выбранных параметров $K = (K_1 \| K_2 \| ... \| K_k)$, $S^j = (S_1^j \| S_2^j \| ... \| S_k^j)$ и $T^j = (T_1^j \| T_2^j \| ... \| T_k^j)$, где $K_i = \deg p_i(x)$, $S_i^j = \deg p_i(x)$; $T_i^j = \deg p_i(x)$; $i = 1, 2,..., k$. Пусть порождающий элемент $g = x$.

Рассмотрим выполнение предварительных вычислений на j-ом сеансе проверки:

Первый этап. Ответчик, располагаемый на КА, определяет истинный статус

$$C^j(x) = \left(\left| g(x)^{K_1} g(x)^{S_1^j} g(x)^{T_1^j} \right|_{p_i(x)}^{+}, ..., \left| g(x)^{K_k} g(x)^{S_k^j} g(x)^{T_k^j} \right|_{p_i(x)}^{+} \right). \quad (9)$$

Второй этап. Ответчик для вычисления зашумленного статуса КА выбирает случайные числа $\left\{\Delta K_i, \Delta S_i^j, \Delta T_i^j\right\} < 2^{\deg p_i(x)} - 1$ и производит вычисление параметров

$$\tilde{K}_i^j = \left| K_i + \Delta K_i^j \right|_{2^{\deg p_i(x)}-1}^{+}, \quad \tilde{S}_i^j = \left| S_i^j + \Delta S_i^j \right|_{2^{\deg p_i(x)}-1}^{+}, \quad \tilde{T}_i^j = \left| T_i^j + \Delta T_i^j \right|_{2^{\deg p_i(x)}-1}^{+}. \quad (10)$$

Ответчик определяет зашумленный статус спутника, используя ПМК

$$\tilde{C}^j(x) = \left(\left| g(x)^{\tilde{K}_1^j} g(x)^{\tilde{S}_1^j} g(x)^{\tilde{T}_1^j} \right|_{p_i(x)}^{+}, ..., \left| g(x)^{\tilde{K}_k} g(x)^{\tilde{S}_k^j} g(x)^{\tilde{T}_k^j} \right|_{p_i(x)}^{+} \right). \quad (11)$$

Процедура аутентификации статуса спутника.

Первый этап. Запросчик передает спутнику в качестве запроса случайное число $d^j = (d_1^j, d_2^j, ... d_k^j)$, где $d_i^j \equiv d^j \bmod 2_i^{\deg p_i(x)} - 1$; $i = 1, 2,..., k$.

Второй этап. Ответчик получает ответы на запрос $d^j = (d_1^j, d_2^j, ... d_k^j)$, согласно

$$r_i^1(j) = \left| \tilde{K}_i^j + d_i^j K_i^j \right|_{2^{\deg p_i(x)}-1}^{+}, \quad r_i^2(j) = \left| \tilde{S}_i^j + d_i^j S_i^j \right|_{2^{\deg p_i(x)}-1}^{+}, \quad r_i^3(j) = \left| \tilde{T}_i^j + d_i^j T_i^j \right|_{2^{\deg p_i(x)}-1}^{+}. \quad (12)$$

Спутник передает запросчику следующие данные

$$\left\{ (C_1^j(x), ..., C_k^j(x)), (\tilde{C}^j(x), ..., \tilde{C}_k^j(x)), (r_1^1, ..., r_k^1), (r_1^2, ..., r_k^2), (r_1^3, ..., r_k^3) \right\}.$$

Процедура проверки ответов.

1. Запросчик проверяет ответы на вопрос $d^j = (d_1^j, d_2^j, ... d_k^j)$.

$$Y_i^j(x) = \left| \left(C_i^j(x) \right)^{d_i^j} g(x)^{r_i^1} g(x)^{r_i^2} g(x)^{r_i^3} \right|_{p_i(x)}^{+}. \quad (13)$$

Спутнику присвоят статус «свой», если справедливо

$$\left\{ Y_1^j(x) = \tilde{C}_1^j(x), Y_2^j(x) = \tilde{C}_2^j(x), ..., Y_k^j(x) = \tilde{C}_k^j(x) \right\}. \quad (14)$$

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве оснований $p_1(x) = x^5 + x^3 + x^2 + x + 1$, $p_2(x) = x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$, $p_3(x) = x^5 + x^4 + x^3 + x + 1$, $p_4(x) = x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. Значит, размер секретного ключа K, параметров S и T не должны превышать 20 разрядов. Пусть $K = 836931$, $S = 467430$ и $T = 108667$. В табл. 1 представлена их конкатенация.

Таблица 1

Двоичный код и конкатенация параметров протокола

Параметры	Двоичный код и конкатенация																			
$K = 836931$	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
$K_1 \parallel K_2 \parallel K_3 \parallel K_4$	25_{10}					17_{10}					10_{10}					3_{10}				
$S = 467430$	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
$S_1^j \parallel S_2^j \parallel S_3^j \parallel S_4^j$	14_{10}					8_{10}					15_{10}					6_{10}				
$T = 108667$	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
$T_1^j \parallel T_2^j \parallel T_3^j \parallel T_4^j$	3_{10}					10_{10}					3_{10}					27_{10}				

1. Ответчик вычисляет истинный статус, представленный в ПМК, используя (9):

$$C_1^j(x) = \left| g(x)^{K_1}\, g(x)^{S_1^j}\, g(x)^{T_1^j} \right|^+_{p_i(x)} = \left| x^{25} \cdot x^{14} \cdot x^3 \right|^+_{p_1(x)} = \left| x^{11} \right|^+_{p_1(x)} = x^4 + x^2 + x,$$

$$C_2^j(x) = \left| g(x)^{K_2}\, g(x)^{S_2^j}\, g(x)^{T_2^j} \right|^+_{p_2(x)} = \left| x^{17} \cdot x^8 \cdot x^{10} \right|^+_{p_2(x)} = \left| x^4 \right|_{p_2(x)} = x^4,$$

$$C_3^j(x) = \left| g(x)^{K_3}\, g(x)^{S_3^j}\, g(x)^{T_3^j} \right|^+_{p_i(x)} = \left| x^{10} \cdot x^{15} \cdot x^3 \right|^+_{p_3(x)} = \left| x^{28} \right|^+_{p_3(x)} = x^4 + x^2,$$

$$C_4^j(x) = \left| g(x)^{K_4}\, g(x)^{S_4^j}\, g(x)^{T_4^j} \right|^+_{p_4(x)} = \left| x^3 \cdot x^6 \cdot x^{27} \right|^+_{p_3(x)} = \left| x^5 \right|^+_{p_4(x)} = x^4 + x^3 + x^2 + 1.$$

2. Ответчик для вычисления зашумленного статуса КА выбирает случайные числа $\left\{\Delta K_i, \Delta S_i^j, \Delta T_i^j\right\} < 2^5 - 1$. Результаты зашумления согласно (10) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зашумление параметров протокола

Параметры	Зашумленные значения параметров K, *S*, T			
$K_1 \parallel K_2 \parallel K_3 \parallel K_4$	25_{10}	17_{10}	10_{10}	3_{10}
ΔK_i^j	2_{10}	5_{10}	3_{10}	4_{10}
$\tilde{K}_1 \parallel \tilde{K}_2 \parallel \tilde{K}_3 \parallel \tilde{K}_4$	27_{10}	22_{10}	13_{10}	7_{10}
$S_1^j \parallel S_2^j \parallel S_3^j \parallel S_4^j$	14_{10}	8_{10}	15_{10}	6_{10}
ΔS_i^j	10_{10}	4_{10}	8_{10}	24_{10}
$\tilde{S}_1^j \parallel \tilde{S}_2^j \parallel \tilde{S}_3^j \parallel \tilde{S}_4^j$	24_{10}	12_{10}	23_{10}	30_{10}
$T_1^j \parallel T_2^j \parallel T_3^j \parallel T_4^j$	3_{10}	10_{10}	3_{10}	27_{10}
ΔT_i^j	11_{10}	9_{10}	26_{10}	2_{10}
$\tilde{T}_1^j \parallel \tilde{T}_2^j \parallel \tilde{T}_3^j \parallel \tilde{T}_4^j$	14_{10}	19_{10}	29_{10}	29_{10}

Согласно (11) ответчик определяет зашумленный статус спутника, используя ПМК

$$\tilde{C}_1^j(x) = \left| g(x)^{\tilde{K}_1}\, g(x)^{\tilde{S}_1^j}\, g(x)^{\tilde{T}_1^j} \right|^+_{p_i(x)} = \left| x^{27} \cdot x^{24} \cdot x^{14} \right|^+_{p_1(x)} = \left| x^3 \right|_{p_1(x)} = x^3,$$

$$\tilde{C}_2^j(x)=\left|g(x)^{\tilde{K}_2^j}\,g(x)^{\tilde{S}_2^j}\,g(x)^{\tilde{T}_2^j}\right|^+_{p_2(x)}=\left|x^{22}\cdot x^{12}\cdot x^{19}\right|^+_{p_2(x)}=\left|x^{22}\right|_{p_2(x)}=x^4+x^3,$$

$$\tilde{C}_3^j(x)=\left|g(x)^{\tilde{K}_3^j}\,g(x)^{\tilde{S}_3^j}\,g(x)^{\tilde{T}_3^j}\right|^+_{p_i(x)}=\left|x^{13}\cdot x^{23}\cdot x^{29}\right|^+_{p_3(x)}=\left|x^{3}\right|_{p_3(x)}=x^3,$$

$$\tilde{C}_4^j(x)=\left|g(x)^{\tilde{K}_4^j}\,g(x)^{\tilde{S}_4^j}\,g(x)^{\tilde{T}_4^j}\right|^+_{p_4(x)}=\left|x^{7}\cdot x^{30}\cdot x^{29}\right|^+_{p_4(x)}=\left|x^{4}\right|_{p_4(x)}=x^4.$$

Рассмотрим процесс аутентификации статуса спутника.

1. Запросчик передает спутнику в качестве запроса случайное число $d^j=(d_1^j,d_2^j,d_3^j,d_4^j)=(4,4,4,4)$.

2. Ответчик вычисляет ответы на запрос, согласно выражения (12). Тогда ответы по первому модулю будут равны

$$r_1^1(j)=\left|\tilde{K}_1^j-d_1^j\cdot K_1\right|^+_{31}=\left|27-4\cdot 25\right|^+_{31}=20,\ \ r_1^2(j)=\left|\tilde{S}_1^j-d_1^j\cdot S_1^j\right|^+_{31}=\left|24-4\cdot 14\right|^+_{31}=\left|-1\right|^+_{31}=30,$$
$$r_1^3(j)=\left|\tilde{T}_1^j-d_1^j\cdot T_1^j\right|^+_{31}=\left|14-4\cdot 3\right|^+_{31}=\left|2\right|^+_{31}=2.$$

Ответы по второму модулю будут равны

$$r_2^1(j)=\left|\tilde{K}_2-d_2^j\cdot K_2\right|^+_{31}=\left|22-4\cdot 17\right|^+_{31}=16,\ \ r_2^2(j)=\left|\tilde{S}_2^j-d_2^j\cdot S_2^j\right|^+_{31}=\left|12-4\cdot 8\right|^+_{31}=11,$$
$$r_2^3(j)=\left|\tilde{T}_2^j-d_2^j\cdot T_2^j\right|^+_{31}=\left|19-4\cdot 10\right|^+_{31}=\left|-21\right|^+_{31}=\left|31-21\right|^+_{31}=10.$$

Ответы по третьему модулю будут равны

$$r_3^1(j)=\left|\tilde{K}_3^j-d_3^j\cdot K_3\right|^+_{31}=\left|13-4\cdot 10\right|^+_{31}=4,\ \ r_3^2(j)=\left|\tilde{S}_3^j-d_3^j\cdot S_3^j\right|^+_{31}=\left|23-4\cdot 15\right|^+_{31}=25,$$
$$r_3^3(j)=\left|\tilde{T}_3^j-d_3^j\cdot T_3^j\right|^+_{31}=\left|29-4\cdot 3\right|^+_{31}=\left|17\right|^+_{31}=17.$$

Ответы по четвертому модулю будут равны

$$r_4^1(j)=\left|\tilde{K}_4^j-d_4^j\cdot K_4\right|^+_{31}=\left|7-4\cdot 3\right|^+_{31}=26,\ \ r_4^2(j)=\left|\tilde{S}_4^j-d_4^j\cdot S_4^j\right|^+_{31}=\left|30-4\cdot 6\right|^+_{31}=\left|6\right|^+_{31}=6,$$
$$r_4^3(j)=\left|\tilde{T}_4^j-d_4^j\cdot T_4^j\right|^+_{31}=\left|29-4\cdot 27\right|^+_{31}=\left|-17\right|^+_{31}=\left|31-17\right|^+_{31}=14.$$

Спутник передает запросчику следующие данные:

– истинные статусы $\left\{C_1^j(x),C_2^j(x),C_3^j(x),C_4^j(x)\right\}=\left\{10110,10000,10100,11101\right\}$;

– зашумленные статусы $\left\{\tilde{C}_1^j(x),\tilde{C}_2^j(x),\tilde{C}_3^j(x),\tilde{C}_4^j(x)\right\}=\left\{01000,11000,01000,10000\right\}$;

– первая группа ответов $\left\{r_1^1(j),r_1^2(j),r_1^3(j)\right\}=\left\{10100,11110,00010\right\}$;

– вторая группа ответов $\left\{r_2^1(j),r_2^2(j),r_2^3(j)\right\}=\left\{10000,01011,01010\right\}$;

– третья группа ответов $\left\{r_3^1(j),r_3^2(j),r_3^3(j)\right\}=\left\{00100,11001,10001\right\}$;

– четвертая группа ответов $\left\{r_4^1(j),r_4^2(j),r_4^3(j)\right\}=\left\{11010,00110,01110\right\}$.

Рассмотрим процедуру проверки ответов согласно выражению (13). Получаем

$$Y_1^j(x)=\left|\left(C_1^j(x)\right)^{d_1^j}\,g(x)^{r_1^1}\,g(x)^{r_1^2}\,g(x)^{r_1^3}\right|^+_{p_1(x)}=\left|\left(x^4+x^2+x\right)^4\cdot x^{20}\cdot x^{30}\cdot x^2\right|^+_{p_1(x)}=x^3,$$

$$Y_2^j(x)=\left|\left(C_2^j(x)\right)^{d_2^j}\,g(x)^{r_2^1}\,g(x)^{r_2^2}\,g(x)^{r_2^3}\right|^+_{p_2(x)}=\left|\left(x^4\right)^4\cdot x^{16}\cdot x^{11}\cdot x^{10}\right|^+_{p_2(x)}=x^4+x^3,$$

$$Y_3^j(x)=\left|\left(C_3^j(x)\right)^{d_3^j} g(x)^{r_3^1} g(x)^{r_3^2} g(x)^{r_3^3}\right|^{+}_{p_3(x)}=\left|\left(x^4+x^2\right)^4\cdot x^4\cdot x^{25}\cdot x^{17}\right|^{+}_{p_3(x)}=x^3,$$

$$Y_4^j(x)=\left|\left(C_4^j(x)\right)^{d_4^j} g(x)^{r_4^1} g(x)^{r_4^2} g(x)^{r_4^3}\right|^{+}_{p_4(x)}=\left|\left(x^4+x^3+x^2+1\right)^4\cdot x^{26}\cdot x^6\cdot x^{14}\right|^{+}_{p_4(x)}=x^4.$$

Полученные значения совпали с зашумленным статусом КА, представленным в ПМК. Значит, статус аутентифицируется как «свой», и ему предоставляется сеанс связи.

В рассмотренном примере использование разработанного метода построения САС на основе ПМК позволило повысить скорость аутентификации спутника. Известно, что время выполнения мультипликативных операций пропорционально разряду операндов. При использовании одномодульного протокола аутентификации разрядность данных составляла 20 разрядов. При переходе к ПМК разрядность операндов сократилась до 5 бит. Значит, за счет распараллеливания вычислений на уровне операций в ПМК скорость аутентификации КА повысилась в 4 раза по сравнению с протоколом [5].

Выводы

В статье представлен разработанный метод построения системы аутентификации спутника для НССС на основе полиномиальных модулярных кодов. Распараллеливание вычислений на уровне операций, которое обеспечивают ПМК, повысит скорость аутентификации спутника. В приведенном в статье примере был использован протокол аутентификации, в котором разрядность данных составляла 20 разрядов. При переходе к ПМК разрядность операндов сократилась до 5 бит. Значит, за счет распараллеливания вычислений на уровне операций в ПМК скорость аутентификации КА повысилась в 4 раза по сравнению с протоколом [4].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-07-01020.

Список литературы

1. Алёшин Б.С., Баженов С.Г., Диденко Ю.И. Системы дистанционного управления. М.: Изд-во «Наука», 2013. 292 с.

2. Rezenkov R.N., Pashintsev V.P., Zhuk P.A. Application of spoof resistant authentication protocol of spacecraft in low earth orbit systems of satellite communication. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). 2018. Vol. 9. Issue 5. P. 958–965.

3. Smith R. Authenticaton: From Passwords to Public Keys. New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 2015. 352 p.

4. Запечников С.В. Криптографические протоколы и их применение в финансовой и коммерческой деятельности. М.: Горячая линия-Телеком, 2011. 256 с.

5. Пашинцев В.П., Ляхов А.В. Применение помехоустойчивого протокола аутентификации космического аппарата для низкоорбитальной системы спутниковой связи // Инфокоммуникационные технологии. 2015. № 2. С. 183–190.

6. Stepanova E.P., Toporkova E.V., Katkov R.A., Rezenkov D.N. Application of the codes of a polynomial residue number system, aimed at reducing the effects of failures in the AES cipher. Journal of Digital Information Management. 2016. № 14 (2). P 114–123.

УДК 621.311.238:004.032.26

ТОНКАЯ НАСТРОЙКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧАХ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Килин Г.А., Кавалеров Б.В., Шулаков Н.В., Ждановский Е.О.

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: thisisforasm@rambler.ru, kbv@pstu.ru, shulakov@pstu.ru, zhdanovskiy.e@gmail.com

Искусственные нейронные сети широко применяются в различных областях деятельности человека. Одним из наиболее распространенных алгоритмов обучения нейронной сети является алгоритм обратного распространения ошибки. Во время работы алгоритма обратного распространения ошибки происходит обновление весовых коэффициентов искусственной нейронной сети на каждой итерации обучения. Обновление весов происходит, начиная с выходного слоя по направлению к входному слою искусственной нейронной сети. В случае большого количества скрытых слоев может наблюдаться как эффект взрывного роста весов, так и, в некоторых случаях, эффект затухания градиента. В случае возникновения таких эффектов процесс обучения становится значительно более ресурсоемким и занимает больше времени. Одним из выходов возникающей ситуации является тонкая настройка весов нейронной сети. Тонкая настройка позволяет устанавливать весовые коэффициенты нейронной сети ближе к некоторому минимуму, чтобы процесс работы алгоритма обратного распространения ошибки занял меньше времени. Основная идея тонкой настройки заключается в последовательном и послойном обучении скрытых слоев и дальнейшем формировании из этих слоев результирующей нейронной сети. В статье приводится алгоритм тонкой настройки искусственной нейронной сети в виде его подробного описания и блок-схемы, а также сравнение обучения нейронной сети с использованием данного метода, а также без него.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, газотурбинная электростанция, алгоритм обучения, персептрон, тонкая настройка

NEURAL NETWORK FINE CONFIGURATION IN THE PROBLEMS OF RECEIVING A MATHEMATICAL MODEL OF A GAS-TURBINE ELECTRIC POWER STATION

Kilin G.A., Kavalerov B.V., Shulakov N.V., Zhdanovskiy E.O.

Federal State Educational Institution of Higher Education Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: thisisforasm@rambler.ru, kbv@pstu.ru, shulakov@pstu.ru, zhdanovskiy.e@gmail.com

Artificial neural networks are widely used in various fields of human activity. One of the most common algorithms for learning a neural network is the back-propagation algorithm. During the operation of the back-propagation algorithm, the weights of the artificial neural network are updated at each training iteration. The weights are updated starting from the output layer towards the input layer of the artificial neural network. In the case of a large number of hidden layers, both the effect of explosive growth of weights, and, in some cases, the effect of attenuation of the gradient can be observed. In the event of such effects, the learning process becomes much more resource-intensive and takes more time. One of the ways out of the situation that arises is to fine-tune the weights of the neural network. Tweaking allows the neural network weights to be set closer to a certain minimum, so that the process of the operation of the back propagation error algorithm takes less time. The main idea of fine-tuning is the sequential and layer-by-layer learning of hidden layers and the further formation of the resulting neural network from these layers. The article provides an algorithm for fine-tuning an artificial neural network in the form of its detailed description and block diagram, as well as comparing the training of a neural network using this method, as well as without it.

Keywords: artificial neural network, gas turbine power station, learning algorithm, perceptron, fine tuning

Искусственные нейронные [1, 2] сети (ИНС) являются вычислительными структурами, состоящими из определенного количества однотипных элементов, соединённых между собой, названными искусственными нейронами. Каждый нейрон выполняет относительно простые функции, а именно получает и пересылает сигнал другим элементам данной сети. Часто данные процессы сравнивают с процессами, происходящими в нейронных сетях живых организмов, но искусственные нейронные сети имеют более простую структуру. В качестве примера для научных исследований был выбран многослойный персептрон [1, 2] (рис. 1).

Нейронные сети находят своё применение в различных сферах деятельности человека. В наше время нейронные сети используются для распознавания изображений [3, 4], получили применение в финансовой сфере [5]. Благодаря способности аппроксимировать нелинейность любого вида [1, 2] ИНС используют в различных отраслях промышленности. Например, ИНС используются в задачах идентификации и получения математических моделей газотурбинных установок (ГТУ) [6, 7], газотурбинных электростанций (ГТЭС) [8, 9]. Такие нейросетевые модели в дальнейшем используют в качестве объекта управления для настройки параметров регулятора системы автоматического управления (САУ). Кроме того, ИНС также используются в качестве системы диагностики газотурбинного двигателя [10].

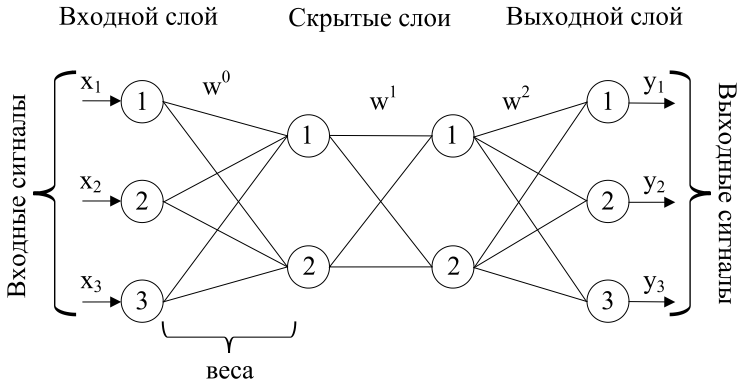


Рис. 1. Структура многослойного персептрона

Однако необходимо учесть, что чем сложнее поставлена задача перед исследователем, тем сложнее проходит процесс обучения нейронной сети. ИНС в основном разделяют на сети, которые обучаются с учителем, и те, которые обучаются без учителя [1, 2]. В данной статье будет рассматриваться метод обучения с учителем, использующий алгоритм обратного распространения ошибки [1, 2] для обучения полученной ИНС. Данный алгоритм является самым распространённым способом обучения нейронной сети, однако у данного метода есть ряд нюансов, как правило, этим алгоритмом обучают относительно не большие сети, с одним или несколькими скрытыми слоями, поскольку при увеличении структуры есть вероятность возникновения затухания, либо взрывного роста весов [11, 12]. Взрывной рост может произойти, если веса слишком большие, либо значение производной в точке слишком велико, а затухание происходит, если значение весов или производной в точке очень мало. Особенно такая ситуация характерна в случае реккурентных искусственных нейронных сетей, так как такие сети содержат обратные связи [1, 12].

Тонкая настройка ИНС

В ходе работы алгоритма обратного распространения ошибки происходит обновление весовых коэффициентов на каждой итерации обучения, начиная с выходного слоя по направлению к входному слою ИНС. В случае большого количества скрытых слоев наблюдается эффект затухания градиента [11, 12], то есть чем ближе к входному слою, тем меньше изменение весового коэффициента в ходе алгоритма обучения. Тем самым процесс обучения замедляется. Одним из способов решения возникшей проблемы является тонкая настройка весов (предобучение) нейронной сети [13, 14].

Предположим, для получения модели ГТЭС мы выбрали сеть прямого распространения следующей структуры: $x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow ... \rightarrow x_n$. Каждый x_i – это количество нейронов в слое, x_n – выходной слой. Обозначим за x_0 размерность входного вектора, который подается на вход слоя x_1. Так же у нас есть массив данных для обучения D_0 – это пары вида «вход, ожидаемый выход», и мы хотим обучить сеть, используя алгоритм обратного распространения ошибки. Но перед этим осуществим тонкую настройку весов каждого скрытого слоя по алгоритму, представленному на рис. 2.

Рис. 2. Алгоритм тонкой настройки весов скрытого слоя

Визуализация данного алгоритма (рис. 2) представлена на рис. 3.

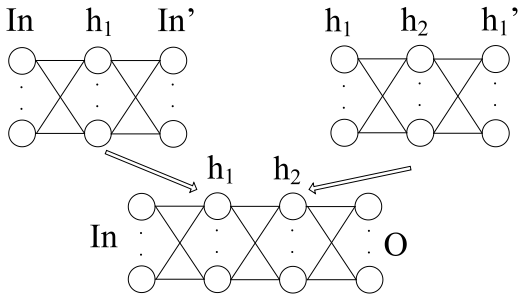


Рис. 3. Визуализация алгоритма тонкой настройки весов скрытого слоя

Где *In* – входной слой нейронной сети; h_1 – первый скрытый слой нейронной сети; h_2 – второй скрытый слой нейронной сети; *O* – выходной слой нейронной сети.

Для тестирования была взята архитектура нейронной сети без обратных связей, с двумя скрытыми слоями, по 10 нейронов в каждом скрытом слое.

Каждый из скрытых слоев ИНС был обучен по алгоритму (рис. 2), и из этих слоев была сформирована результирующая ИНС (рис. 3). В итоге были получены следующие результаты (рис. 4–5).

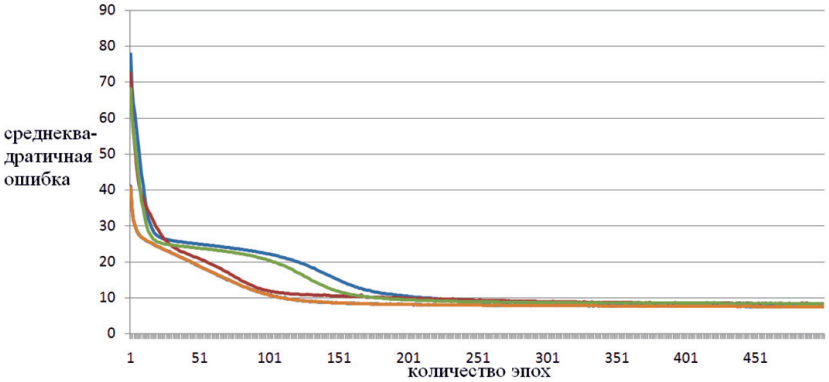


Рис. 4. Изменение ошибки по эпохам обучения для обучающей выборки (синяя, зеленая, красная – нет тонкой настройки; коричневая, голубая, фиолетовая – есть тонкая настройка)

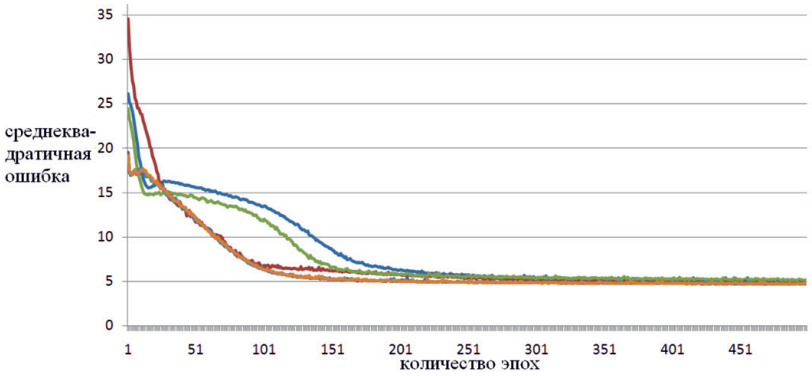


Рис. 5. Изменение ошибки по эпохам обучения для тестовой выборки (синяя, зеленая, красная – нет тонкой настройки; коричневая, голубая, фиолетовая – есть тонкая настройка)

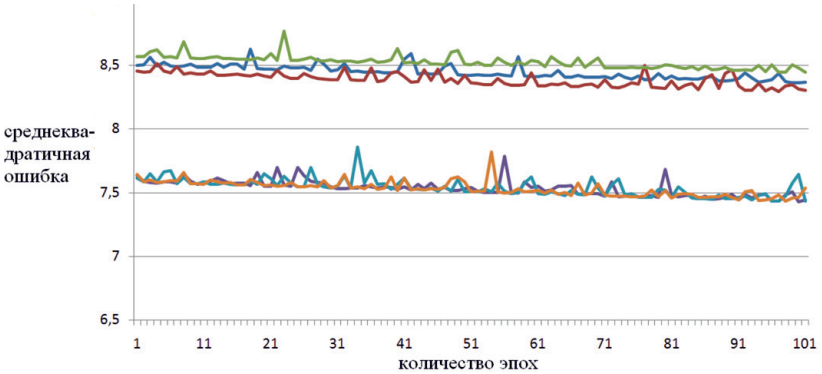


Рис. 6. Изменение ошибки последних 100 эпох обучения для обучающей выборки (синяя, зеленая, красная – нет тонкой настройки; коричневая, голубая, фиолетовая – есть тонкая настройка)

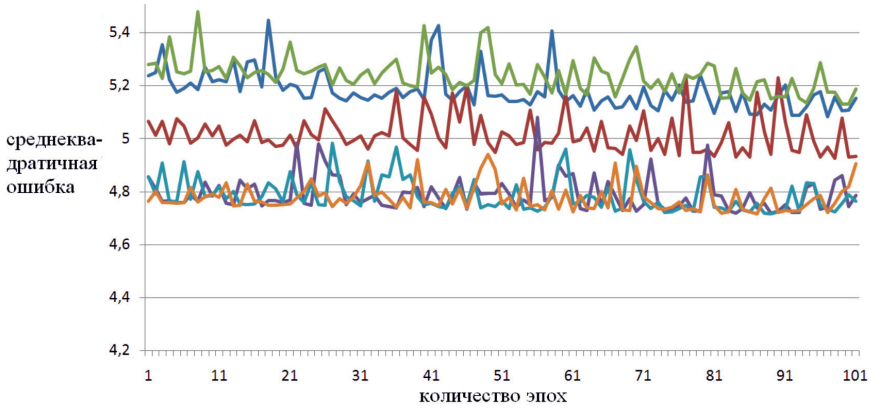


Рис. 7. Изменение ошибки последних 100 эпох обучения для тестовой выборки (синяя, зеленая, красная – нет тонкой настройки; коричневая, голубая, фиолетовая – есть тонкая настройка)

По рис. 4 и 5 наглядно видно, что в случае тонкой настройки весовых коэффициентов (предобучения) ИНС уменьшение ошибки происходит значительно интенсивнее. Рассмотрим последние 100 эпох обучения (рис. 6 и 7).

Заключение

Объяснение полученным результатам можно дать следующее: при обучении первого скрытого слоя ИНС создается модель, которая по экспериментальным данным, подаваемым на вход ИНС, генерирует некоторые скрытые признаки, то есть весовые коэффициенты ИНС сразу помещаются в некоторый минимум, необходимый для вычисления этих скрытых признаков. В дальнейшем, с каждым последующим обучением скрытых слоев ИНС, вычисляются признаки признаков, а весовые коэффициенты ИНС всегда помещаются в состояние, достаточное для вычисления этих иерархических признаков. Уже когда дело доходит до алгоритма обучения с учителем, по сути, эффективно обучаться будут только 2–3 слоя от выхода, на основании тех гиперпризнаков, что были вычислены раньше, а те, в свою очередь, будут незначительно меняться в угоду решаемой задачи.

Стоит отметить, что для проверки использовалась очень простая архитектура нейронной сети и небольшое количество экспериментальных данных, а также эпох обучения. В случае решения задачи с большим количеством экспериментальных и большого количества скрытых слоев ИНС, а также большего количества эпох обучения, разница между предварительно настроенной нейронной сетью и обычным способом инициализированной сетью должна оказаться значительнее.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Пермского края в рамках научного проекта № 19-48-590012.

Список литературы

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд. М.: Издательский дом Вильямс, 2008. 1104 с.

2. Друки А.А. Применение сверточных нейронных сетей для выделения и распознавания автомобильных номерных знаков на изображениях со сложным фоном // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 324. № 5. С. 85–92.

3. Солдатова О.П., Гаршин А.А. Применение сверточной нейронной сети для распознавания рукописных цифр // Компьютерная оптика. 2010. Т. 34. № 2. С. 251–259.

4. Дорогой Я.Ю. Архитектура обобщенных сверточных нейронных сетей // Вестник Национального технического университета Украины. 2011. № 54. С. 229–234.

5. Ефремова Е.А., Дунаев Е.В. Применение нейронных сетей для прогнозирования финансовых временных рядов // Автоматизированные системы обработки информации, управления и проектирования // Доклады ТУСУРа. 2004. С. 192–196.

6. Asgari H. et al. Artificial neural network–based system identification for a single-shaft gas turbine. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. 2013. Т. 135. № 9. P. 092601–092607.

7. Килин Г.А., Бахирев И.В., Кавалеров Б.В. Получение нелинейной модели ГТУ на основе нейронной сети // Автоматизация в электроэнергетике и электротехнике. 2015. Т. 1. С. 72–77.

8. Ждановский Е.О., Кавалеров Б.В., Килин Г.А. Разработка нейросетевой модели газотурбинной электростанции для настройки регуляторов газотурбинной установки // Фундаментальные исследования. 2017. № 12–3. С. 479–485.

9. Килин Г.А., Кавалеров Б.В. Разработка математической модели газотурбинной электростанции на основе технологии нейронных сетей // Климовские чтения – 2016: перспективные направления развития двигателестроения. 2016. С. 229–233.

10. Легконогих Д.С. Применение нейросетевых технологий в системах диагностики авиационных силовых установок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 4(2). С. 639–643.

11. Glorot X., Bengio Y. Understanding the difficulty of training deep feedforward neural networks. Intern. conference on artificial intelligence and statistics. 2010. P. 249–256.

12. Pascanu R., Mikolov T., Bengio Y. Understanding the exploding gradient problem. Tech. Rep. Montreal, Universite de Montreal Publ. 2012. P. 11.

13. Erhan D. et al. Why does unsupervised pre-training help deep learning? Journal of Machine Learning Research. 2010. Т. 11. № Feb. P. 625–660.

14. Hinton G.E., Salakhutdinov R.R. Reducing the dimensionality of data with neural networks. Science. 2006. Т. 313. № 5786. P. 504–507.

УДК 004.891

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Культин Д.Н.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, e-mail: dnkultin@yandex.com

Задача формирования портфеля проектов является ключевой в процессе управления портфелем проектов предприятия. На практике для решения задачи формирования портфеля проектов используются простые модели, в которых, как правило, не учитываются взаимосвязи между проектами, образующими портфель. На этапе формирования портфеля характеристики проектов носят прогнозный характер, что затрудняет применение аналитических методов. Решения принимаются в условиях неопределенности, неполной и зачастую недостоверной информации. Решению о включении проекта в портфель предшествует экспертиза – достаточно длительный и дорогой процесс. Сократить временные и финансовые затраты на проведение экспертизы проекта можно за счет автоматизации процесса экспертизы, применения экспертной системы в качестве инструмента поддержки принятия решений. При помощи экспертной системы в режиме диалога руководитель проекта на основе количественных и качественных характеристик проекта может получить оценку параметров проекта (риски, коммерческий потенциал и др.), получить рекомендацию о включении проекта в портфель. Основой экспертной системы является база знаний о предметной области и механизм вывода. Для представления знаний (алгоритмов принятия решений) в экспертной системе формирования портфеля проектов следует использовать правила логического вывода, как наиболее открытый для внесения изменений способ представления знаний.

Ключевые слова: портфель проектов, формирование портфеля проектов, управление портфелем проектов, искусственный интеллект, экспертная система

AUTOMATION OF PROJECT PORTFOLIO COMPOSITION PROCESS BY MEANS OF EXPERT SYSTEM

Kultin D.N.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, e-mail: dnkultin@yandex.com

The task of composition a portfolio of projects is key in the process of managing a portfolio of enterprise projects. In practice, simple models are used to solve the problem of the formation of a portfolio of projects, which, as a rule, do not take into account the relationship between the projects that form the portfolio. At the stage of portfolio formation, project characteristics are predictive in nature, which makes it difficult to apply analytical methods. Decisions are made under conditions of uncertainty, incomplete and, often, unreliable information. The decision to include the project in the portfolio is preceded by an examination – a rather lengthy and expensive process. You can reduce the time and financial costs of carrying out project expertise by automating the process of expertise, using the expert system as a decision-making tool. With the help of an expert system in the dialogue mode, the project manager, based on the quantitative and qualitative characteristics of the project, can clarify the project parameters (risks, commercial potential, etc.) and obtain a recommendation on the inclusion of the project in the portfolio. The basis of the expert system is the knowledge base of the subject area and the output mechanism. For knowledge representations (decision-making algorithms) in the expert system of project portfolio formation, the rules of inference should be used, as the most open way for introducing changes to the knowledge representation.

Keywords: project portfolio, project portfolio composition, project portfolio management, artificial intelligence, expert system

В современных условиях деятельность большинства экономических субъектов носит проектный характер. С ростом количества потенциально возможных проектов организация сталкивается с проблемой отбора наиболее выгодных проектов, способных принести прибыль или другие выгоды в ближайшее время или в перспективе [1]. Используемые на практике подходы к формированию портфелей проектов изначально разрабатывались как методы формирования инвестиционных портфелей и не всегда приемлемы к задаче формирования портфеля проектов предприятия, так как на этапе подготовки проекта к реализации расчеты эффективности инвестиций базируются на прогнозах будущих потоков и, как следствие, сами значения показателей эффективности инвестиций носят оценочный характер. Таким образом, задача разработки методик и инструментария формирования портфеля проектов является весьма актуальной.

Цель исследования: обоснование возможности применения экспертной системы как инструмента автоматизации процесса формирования портфеля проектов, выбор способа организации базы знаний, разработка исследовательского прототипа экспертной системы формирования портфеля проектов.

Материалы и методы исследования

Портфель проектов – это набор проектов, реализуемых организацией в условиях ресурсных ограни-

чений и направленных на достижение стратегических целей [2]. С системной точки зрения портфель проектов представляет собой сложную слабоструктурированную открытую систему, в которой отдельные проекты, как правило, взаимозависимы, причем некоторые проекты могут иметь цели, конфликтующие с целями других проектов портфеля.

На практике наиболее широко используются методы формирования портфелей проектов, которые сводятся к решению задачи о ранце, о распределения ресурса в сетях, задачи минимизации упущенной выгоды, задачи самофинансирования. Также используется модель Марковица, оптимизационная модель формирования портфеля взаимосвязанных проектов, разработанная Дикинсоном, Торнтом и Грейвом, модель «риск – доходность», предложенная З. Радулеску и М. Радулеску. Существуют и другие подходы к решению задачи формированию портфеля проектов, например, на основе применения теории игр. Анализ моделей формирования портфелей проектов показал, что каждая из них имеет как достоинства, так и недостатки (табл. 1).

В процессе формирования портфеля решение о включении проекта в портфель принимается в условиях неопределенности, на основе недостаточной, неполной или недостоверной информации о текущем состоянии и перспективах проекта, его текущего и будущего окружения, что зачастую делает невозможным применение аналитических методов. Качество принимаемых решений во многом определяется опытом и интуицией лица, принимающего решение.

Как правило, решению о принятии проекта к реализации, включению в портфель проектов, предшествует экспертиза проекта, требующая длительной подготовительной работы, в том числе разработки критериев оценки проектов [3], привлечения сторонних специалистов и, как следствие, значительных материальных и временных затрат [4].

Сократить затраты на формирование портфеля проектов можно за счет автоматизации а также использования экспертной системы в качестве инструмента поддержки принятия решений [5]. Экспертная система это – компьютерная программа, которая на основе заложенных в нее знаний может дать разумный совет, предложить разумный вариант решения проблемы.

Следует отметить, что применение экспертной системы в качестве инструмента поддержки принятия решений оправдано для задач, которые не могут быть решены аналитически.

Применительно к задаче формирования портфеля проектов, при помощи экспертной системы можно решить следующие задачи:

– оценить коммерческую привлекательность продукта проекта;

– оценить длительность проекта;

– оценить стоимость проекта;

– оценить перспективы проекта;

– оценить риски проекта;

– дать рекомендацию о включении проекта в портфель.

Основой экспертной системы является база знаний о предметной области. База знаний содержит знания – совокупность информации об объектах предметной области и связях между ними. В большинстве случаев знания экспертной системы являются эвристиками и носят вероятностный характер, что отражает степень неуверенности в достоверности фактов и точности правил вывода.

В экспертных системах для представления знаний наиболее часто используются правила вывода, семантические сети и фреймы.

Представление знаний, основанное на правилах вывода, обычно построено на использовании выражений вида *ЕСЛИ условие ТО заключение*, отражающих ход рассуждений человека-эксперта. Правила обеспечивают естественный способ описания предметной области, процесса принятия решений. В системе, основанной на правилах, знания отделены от программного кода, реализующего механизм вывода заключений. Такой способ организации системы дает возможность легко вносить изменения в базу знаний в процессе ее использования.

Таблица 1

Характеристики моделей формирования портфеля проектов

Модель	Достоинства	Недостатки
Модель Марковица	– принятие решения на основе статистики	– отсутствие статистики в новых областях; – только качественные критерии
Задача «риск – доходность»	– направлена на управление независимыми проектами – реализована как программный пакет PROSEL	– модель трудно решить аналитически
Модель селекции проектов Бари – Девиса	– учитывает зависимость проектов (выполнение одного от другого)	– подходит только для информационных систем
Оптимизационная модель формирования портфеля взаимосвязанных проектов	– учет факторов неопределенности через вероятности успеха проектов	– проекты рассматриваются как неделимые единицы
Формирование портфеля проектов на основе теории нечетких множеств	– позволяет учитывать количественные характеристики проектов, гибкость, ход реализации проекта	– не учитывает взаимозависимость проектов
Многокритериальная нечеткая модель формирования портфеля проектов	– функциональность	– сложность

Семантические сети и фреймы используют для решения исследовательских задач искусственного интеллекта.

Таким образом, для решения задачи построения исследовательского прототипа экспертной системы наиболее подходящим способом представления знаний являются правила вывода.

Правила – это утверждения вида

$$A \leftarrow B_1, B_2 \ldots B_n,$$

где $n \geq 0$, A – заголовок правила, последовательность B_i – «тело» правила, причем элементы B_i могут представлять собой как факты, так и правила.

На естественном языке правила в общем виде могут быть представлены так:

Если

$Объект_1 = Значение_1$, $КД_1 = к_1$

$Объект_2 = Значение_2$, $КД_2 = к_2$

. . .

$Объект_к = Значение_к$, $КД = к_к$

То

$Объект_i = Значение_i$, $КД = к_i$,

где Если, То и КД – ключевые слова языка представления правил, используемого интерпретатором правил («машиной» вывода) в конкретной экспертной системе;

$Объект_i$ и $Значение_i$ – соответственно объект предметной области и его значение, $КД_i$ – степень (коэффициент) достоверности, вещественное число в диапазоне от 0 до 100, соответствующее степени уверенности (вероятности), что состояние объекта характеризуется указанным значением.

Кроме правил, база знаний экспертной системы содержит факты – информацию о текущем состоянии объектов предметной области.

Факты – это утверждения вида

$$Объект_j = Значение_j,\ КД = K_j.$$

Факты появляются в базе знаний в процессе консультации – взаимодействия пользователя с экспертной системой, как результат ответов пользователя на вопросы экспертной системы, а также продуцируются самой экспертной системой (механизмом вывода) в процессе согласования фактов и правил.

Основой ЭС является база знаний. Помимо базы знаний (БЗ), содержащей правила логического вывода и факты, и механизма вывода (МВ), экспертная система содержит модули интерфейсов пользователя (ИП) и инженера по знаниям (ИИЗ). Интерфейс пользователя обеспечивает взаимодействие пользователя с экспертной системой в процессе консультации. Интерфейс инженера по знаниям имеет доступ к правилам базы знаний, что позволяет корректировать поведение экспертной системы. В исследовательском прототипе интерфейс пользователя может отсутствовать. Архитектура экспертной системы на правилах приведена на рис. 1.

Таблица 2

Объекты экспертной системы формирования портфеля проектов

	Объект	Описание	Допустимые (возможные) значения
1	Коммерческий потенциал продукта	Вероятность получения прибыли от осуществления проекта	низкий, средний, достаточно высокий, высокий, очень высокий
2	Защищенность	Степень защиты продукта проекта от копирования конкурентами	патент, ноу-хау, промышленный образец, отсутствует
3	Технологичность	Уровень технологии, требуемой для воспроизведения продукта конкурентами	высокая, средняя, низкая
4	Производственный процесс	Влияние на производственный процесс предприятия	не требует изменений, требует незначительных изменений, требует значительных изменений
5	Персонал	Затраты на персонал, связанные с привлечением нового и повышением квалификации персонала	значительные, приемлемые, несущественные
6	Инновационный потенциал	Влияние проекта на изменение инновационного потенциала предприятия	не влияет, не значительное, существенное
7	Рынок	Рынок продукта проекта	создает новый, расширяет текущий
8	Инвестиции	Затраты на приобретение активов (материальных и нематериальных), на модернизацию технологических процессов и производств, исследования и разработки	значительные, приемлемые, несущественные
9	Финансирование	Источник финансирования проекта	собственные средства, собственные средства и заем, собственные средства и инвесторы, заем, бюджет
10	Риск	Риск проекта	низкий, средний, высокий
11	Комплексность	Связь с другими проектами-кандидатами на включение в портфель	нет, слабая, донор, мультидонор, акцептор
12	Портфель	Решение о включении проекта в портфель	нет, да, кандидат

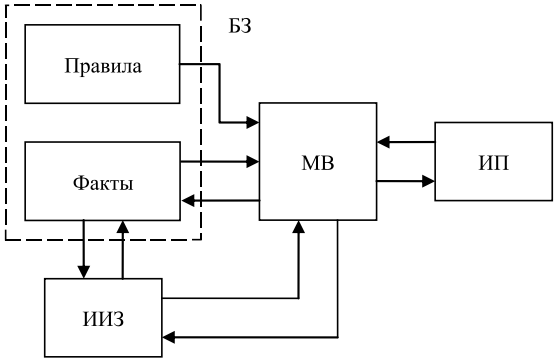


Рис. 1. Архитектура экспертной системы на правилах

Механизм вывода, интерфейс инженера по знаниям и интерфейс пользователя называют оболочкой экспертной системы. Таким образом, одна из задач, которую необходимо решить при создании экспертной системы, – выбрать оболочку.

В качестве оболочки экспертной системы на правилах можно использовать интерпретатор языка логического программирования Prolog. Однако в этом случае правила должны записываться в соответствии с синтаксисом языка программирования, что предполагает привлечение для создания экспертной системы, помимо специалиста предметной области и инженера по знаниям, Prolog программиста.

Существует достаточно много свободно распространяемых (бесплатных) решений независимых разработчиков, позволяющих создать экспертную систему на правилах. Для решения задачи создания прототипа экспертной системы формирования портфеля проектов была выбрана свободно распространяемая оболочка Expert 2.0 (https://www.microsoft.com/store/apps/9PHPDLLRDX4P).

Как было сказано, основой экспертной системы является база знаний. Таким образом, для построения экспертной системы формирования портфеля проектов необходимо создать базу знаний – совокупность правил вывода. Для этого сначала надо определить объекты предметной области и их возможные значения, затем – составить правила.

Объекты можно разделить на две группы. К первой группе относятся объекты, значения которых можно представить численно, ко второй – объекты, значение которых можно только оценить качественно. Соответственно, допустимым значением объекта первого типа является множество целых или вещественных чисел, допустимым значением объектов второго типа, которые, по сути, представляют собой лингвистические переменные.

Результаты исследования и их обсуждение

Результатом работы является исследовательский прототип экспертной системы формирования портфеля проектов. В табл. 2 приведено описание объектов экспертной системы.

Следует обратить внимание: список значений объектов, как и список самих объектов, может быть расширен в процессе использования экспертной системы.

В листинге 1 приведен фрагмент базы знаний исследовательского прототипа экспертной системы формирования портфеля проектов, на рис. 2 приведен пример окна экспертной системы во время сеанса консультации.

Листинг 1. Фрагмент базы знаний экспертной системы

```
rule(1)
Защищенность = патент
Рынок = создает_новый
Технологичность = высокая
then
Коммерческий_потенциал_продукта = очень_высокий;
rule(3)
Защищенность = промышленный_образец
Рынок = расширяет_текущий
Технологичность = средняя
then
Коммерческий_потенциал_продукта = достаточно_высокий;
rule(4)
Защищенность = отсутствует
Рынок = расширяет_текущий
Технологичность = средняя
then
Коммерческий_потенциал_продукта = средний;
rule(6)
Коммерческий_потенциал_продукта = очень_высокий
Инвестиции = значительные
Инновационный_потенциал = увеличение
then
Портфель = да,cf=75;
rule(8)
Коммерческий_потенциал_продукта = достаточно_высокий
Инвестиции = значительные
Инновационный_потенциал = увеличение
then
Портфель = кандидат,cf=80;
rule(13)
```

```
    Коммерческий_потенциал_продукта = низкий
    then
    Портфель = нет;

    vl(Портфель = нет, да, кандидат)
    vl(Коммерческий_потенциал_продукта =низкий, средний, достаточно_высокий, высокий,
очень_высокий)
    vl(Защищенность = патент, ноу-хау, промышленный_образец, отсутствует)
    qu(Технологичность=Уровень_технологии_производства)
    vl(Технологичность = высокая, средняя, низкая)
    qu(Рынок=Продукт_проекта)
    vl(Рынок = создает_новый, расширяет_текущий)
    qu(Влияние=Влияние_на_другие_проекты-кандидаты_на_включение_в_портфель)
    vl(Влияние = нет, донор)
```

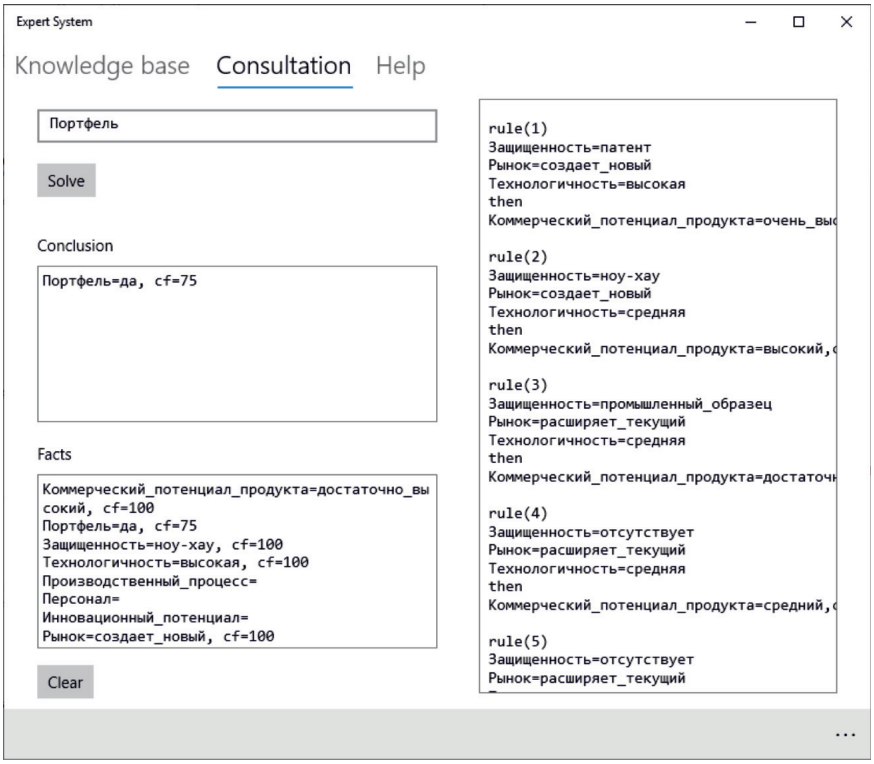


Рис. 2. Процесс консультации

Проверка прототипа экспертной системы была проведена путем анализа проектов, прошедших ранее обычную экспертизу, и сравнения заключений экспертов и рекомендаций экспертной системы. Данные, приведенные в табл. 3, показывают, что заключения эксперта и рекомендации ЭС совпадают, что позволяет сделать вывод о возможности применения экспертной системы в качестве инструмента поддержки принятия решений при проведении экспресс-анализа проектов, а также правильности выбора архитектуры решения.

Таблица 3

Заключение эксперта и рекомендация экспертной системы

Проект	Заключение эксперта	Рекомендация ЭС
Организация производства светодиодных светильников для наружного освещения	Включить в портфель	Портфель = кандидат, кд = 80
Организация производства лопаток горячей части газовых турбин. Разработка технологии и освоение производства	Включить в портфель	Портфель = да, кд = 75
Организация серийного производства гидравлического инструмента и оборудования	Включить в портфель	Портфель = кандидат, кд = 80
Организация производства специализированных покрытий из резиновой крошки для благоустройства внутридворовых территорий	Не включать в портфель	Портфель = нет, кд = 80

Выводы

Сократить временные и материальные затраты на проведение экспертизы проекта с целью решения задачи формирования портфеля проектов можно за счет автоматизации процесса экспертизы путем применения экспертной системы.

При помощи экспертной системы можно: оценить коммерческую привлекательность продукта проекта; оценить длительность и стоимость проекта; оценить риски проекта; оценить перспективы проекта; дать рекомендацию о включении проекта в портфель.

Для представлений знаний (алгоритмов принятия решений) в экспертной системе формирования портфеля проектов следует использовать правила логического вывода, как наиболее гибкий и открытый для внесения изменений способ представления знаний.

При составлении правил для учета неопределенности фактов и вероятностного характера заключений следует использовать коэффициент достоверности.

Разработанный прототип экспертной системы формирования портфеля проектов позволяет сделать вывод о возможности применения экспертной системы в качестве инструмента поддержки принятия решений при проведении экспресс-анализа проектов с целью формирования портфеля проектов.

Список литературы

1. Туккель И.Л. Управление инновационными проектами. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 416 с.

2. Илларионов А.В., Клименко Э.Ю. Портфель проектов: Инструмент стратегического управления предприятием. М.: Альпина Паблишер, 2013. 312 с.

3. Жиляева А.С., Культин Н.Б. Универсальная система критериев оценки инновационных проектов // Инновации. 2017. № 10. С. 100–104.

4. Аблязов В.И., Деттер Г.Ф., Симонцев С.Н., Черняк В.С. Экспертиза инновационных проектов // Научно-технические ведомости СПбПУ. 2011. № 3. С. 184–188.

5. Яблуновский М.А. Архитектура автоматизированной системы экспертизы инновационных проектов // Научно-технические ведомости СПбПУ. 2011. № 3. С. 134–138.

УДК 621.57

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Лысяков А.И., Сарайкин М.Н., Кургунов М.А., Глухов С.Н.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: lysyakov_lai@mail.ru

Большинство известных методов оценки технико-экономических параметров работы установок холодоснабжения сводятся к определению и сравнению мгновенных значений холодильных коэффициентов и удельной холодопроизводительности без учета изменения внешних параметров окружающей среды в период эксплуатации. В статье приводится методика оценки параметров работы системы холодоснабжения в реальных условиях. Для апробации методики выявлены наиболее распространенные методы регулирования производительности систем холодоснабжения: регулирование давления конденсации и метод пусков-остановок компрессора. Для сравнения методов регулирования по предлагаемой нами методике использовали в качестве примера аммиачную холодильную установку холодопроизводительностью 10 кВт, расположенную в г. Саранске. Для обоих методов регулирования построены термодинамические циклы в lgP-h диаграммах с учетом изменения условий окружающей среды, произведен расчет параметров работы установки: удельная холодопроизводительность цикла; удельная работа сжатия компрессора; удельная тепловая нагрузка на конденсатор; масса циркулирующего хладагента; холодильный коэффициент цикла; электрическая мощность компрессора и др. В результате произведенного расчета построены графики потребления электрической энергии в период эксплуатации, а также определена величина экономического эффекта. Предложенная методика позволяет достаточно точно определить величину затрат электрической энергии системой холодоснабжения.

Ключевые слова: методика, холодоснабжение, технико-экономические параметры, регулирование производительности, термодинамическая диаграмма

METHOD OF EVALUATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS OF THE COOLING SYSTEM

Lysyakov A.I., Saraykin M.N., Kurgunov M.A., Glukhov S.N.

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

Most of the known methods for evaluating the technical and economic parameters of refrigeration supply systems are reduced to determining and comparing instantaneous values of refrigeration coefficients and specific cooling capacity without taking into account changes in external environmental parameters during the operation period. The article provides a methodology for assessing the parameters of the cooling system in real conditions. To test the methodology, the most common methods for regulating the performance of refrigeration systems are identified: condensation pressure control and compressor start-stop method. To compare the methods of regulation according to the method proposed by us, we used as an example an ammonia refrigeration unit with a cooling capacity of 10 kW, located in Saransk. For both methods of regulation, thermodynamic cycles were constructed in lgP-h diagrams taking into account changes in environmental conditions, the installation parameters of the plant were calculated: specific cooling capacity of the cycle; specific work of compression of the compressor; specific thermal load on the condenser; mass of circulating refrigerant; cycle cooling coefficient; electric power of the compressor, etc. As a result of the calculation, graphs of the consumption of electric energy during operation were constructed, and the magnitude of the economic effect was also determined. The proposed method allows you to accurately determine the amount of electrical energy costs of the cooling system.

Keywords: methods, cooling system, technical and economic parameters, regulation production, thermodynamic diagram

Выбор холодильного оборудования осуществляют по требуемым максимальным нагрузкам работы. При этом, в зависимости от температуры наружного воздуха, объемов охлаждаемой продукции, режимов работы предприятий и др., значительное время холодильные установки работают в широком диапазоне колебаний нагрузок. Поэтому для поддержания требуемых параметров работы (холодопроизводительность, температура испарения и др.) широко применяются различные системы регулирования. При выборе метода регулирования уточняют ряд критериев: характеристика регулирования; величина энергопотребления; стоимость выбранного решения; характеристики работы компрессора и холодильной системы. Все известные методы имеют преимущества и недостатки в различных условиях работы. Поэтому перед реализацией системы регулирования производят оценку технико-экономических параметров внедрения. Большинство известных методов оценки [1–3] сводятся к определению и сравнению мгновенных значений холодильных коэффициентов и удельной холодопроизводительности, без учета изменения внешних параметров окружающей среды в период работы. На современном этапе развития энергосбережения этого недостаточно, поэтому методики [4, 5], направленные на анализ методов регулирования с оценкой работы в течение

характерного периода, получают всё большее распространение.

Цель данной статьи – разработать методику оценки технико-экономических параметров работы системы холодоснабжения и сравнить основные методы регулирования холодопроизводительности.

В ходе анализа выявлены наиболее распространенные методы регулирования производительности систем холодоснабжения [6, 7]:

– регулирование давления конденсации;

– метод пусков и остановок компрессора.

Первый метод подразумевает установку двух датчиков: один для преобразования давления на линии нагнетания компрессора (данное давление соответствует определенной температуре конденсации), другой для измерения температуры окружающей среды. Регулирование происходит по разности значений данных температур. Система сохраняет заданную разность между показаниями датчиков, поддерживая минимально возможное энергопотребление компрессорами.

Метод пусков и остановок компрессора не требует установки сложного регулирующего оборудования. Но частые пуски и остановки в режимах малой нагрузки существенно снижают срок службы компрессоров, а также вследствие достижения максимального давления конденсации во всех режимах снижается и эффективность работы.

Каждый из этих методов регулирования имеет достоинства и недостатки, выбор оптимального метода для конкретной холодильной установки осуществляют на основании всех критериев, в первую очередь на экономическую составляющую данного метода. Далее сравним два метода регулирования по предлагаемой нами методике, в качестве примера используем аммиачную холодильную установку холодопроизводительностью 10 кВт, расположенную в г. Саранске [8, 9]. Для данного региона соответствуют следующие параметры окружающей среды: абсолютная максимальная температура воздуха 29 °С, средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца 24,9 °С, средняя месячная температура наиболее теплого месяца 19,2 °С, средняя месячная температура наиболее холодного месяца 11,6 °С.

Расчет цикла берёт свое начало с определения температуры воды перед конденсатором:

$$t_{в}^{/} = t^{н} + \Delta t_{в}\left(\frac{1}{\eta_{гр}} - 1\right), °C,$$

где $\Delta t_{в} = 2 \div 4$ °С – изменение температуры воды в конденсаторе;

$\eta_{гр} = 0{,}35 \div 0{,}45$ – КПД агрегата, охлаждающего воду;

$t^{н}$ – температура мокрого термометра, °С.

$$t_{в}^{/} = 22 + 3\left(\frac{1}{0{,}4} - 1\right) = 26{,}5 °C.$$

Температура мокрого термометра находится из графической зависимости «энтальпия – влагосодержание», а также из средней температуры окружающей среды самого теплого месяца $t_{н.р}$ и относительной влажности $\varphi_{н}$ по формуле

$$t_{н.р} = t_{ср.м} + 0{,}25 \cdot t_{а.м}, °C,$$

где $t_{ср.м.}$ – средняя температура самого теплого месяца, °С.

$$t_{н.р} = 19{,}2 + 0{,}25 \cdot 39 = 29 °C.$$

Температура воды на выходе из конденсатора находится по формуле

$$t_{в}^{//} = t_{в}^{//} + \Delta t_{в} °C,$$

$$t_{в}^{//} = 26{,}5 + 3 = 29{,}5 °C.$$

Средняя температура воды в конденсаторе определяется как среднеарифметическое значение

$$t_{в}^{ср} = \frac{t_{в}^{/} + t_{в}^{//}}{2} °C,$$

$$t_{в}^{ср} = \frac{26{,}5 + 29{,}5}{2} = 28 °C.$$

Температура конденсации находится в виде

$$t_{к} = t_{в}^{ср} + \Delta t °C,$$

где $\Delta t = 4 \div 6$ °С.

$$t_{к} = 28 + 5 = 33 °C.$$

Температура аммиака перед испарителем будет равна

$$t_{р}^{/} = 2 + t_{р}^{//} °C,$$

где $t_{р}^{//}$ – температура после испарителя, °С.

$$t_{р}^{/} = 2 + 0 = 2 °C.$$

Средняя температура аммиака в испарителе находится по формуле

$$t_{р}^{ср} = \frac{t_{р}^{'} + t_{р}^{"}}{2} °C,$$

$$t_{р}^{ср} = \frac{0 + 2}{2} = 1 °C.$$

Температура вскипания аммиака рассчитывается как

$$t_{0} = t_{р}^{ср} - \Delta t °C,$$

$$t_{0} = 1 - 5 = -4 °C.$$

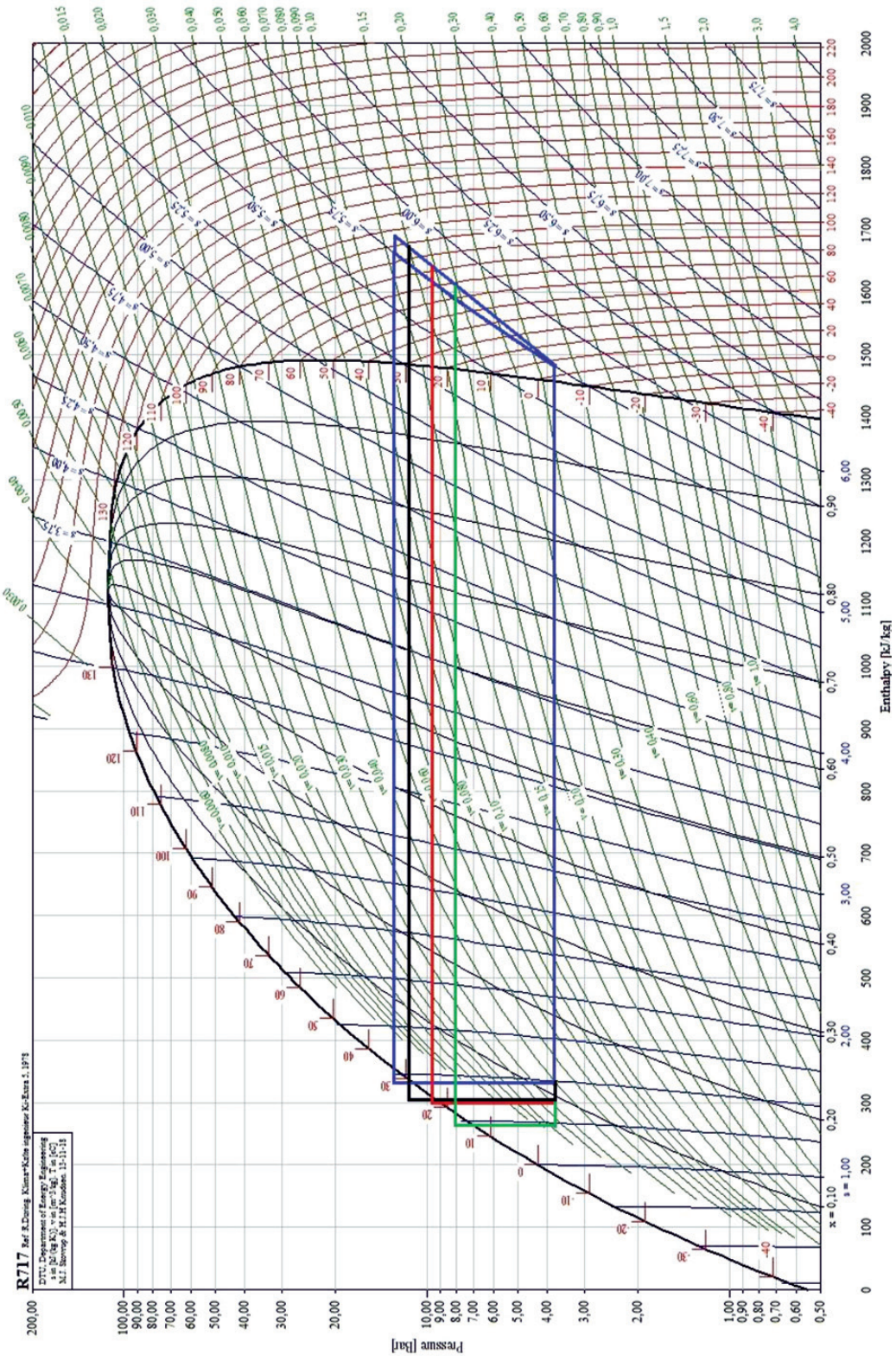


Рис. 1. Компрессорный цикл холодильной установки на аммиаке с климатическими условиями для г. Саранска

Температура всасывания находится по формуле

$$t_{вс} = t_0 + \Delta t_{вс}, °C,$$

где $\Delta t_{вс} = 5 \div 10 °C$ – для аммиачных $\Delta t_{вс} = 10 \div 45 °C$ – для фреоновых машин.

$$\Delta t_{вс} = -4 + 8 = 4 °C.$$

Температура переохлаждения перед регулирующим вентилем определяется, по формуле

$$t_п = t_к - \Delta t_{р.т}, °C,$$

где $\Delta t_{р.т} = 3 - 5 °C$ – необходимая разность температур между рабочим веществом в конденсаторе и окружающей средой для осуществления внешнего теплообмена.

$$t_п = 33 - 4 = 29 °C.$$

На построенной диаграмме (рис. 1) определяются в каждой точке конкретной схемы холодильной машины следующие параметры: давление P, Па; температура T, °С; энтальпия h, кДж/кг; энтропия s, кДж/кг·К; в точках на линии всасывания перед компрессором определяется удельный объем паров рабочего вещества v, м^3/кг. Для других температур расчёт повторяем.

На рис. 1 синим цветом изображен термодинамический цикл при температуре наружного воздуха 29 °С, черным – при температуре наружного воздуха 24,9 °С, красным – при температуре наружного воздуха 19,2 °С, зеленым – при температуре наружного воздуха 11,6 °С.

Для выбора компрессора необходимо найти номинальную холодопроизводительность, а также теоретическую объемную подачу и мощность двигателя.

Таблица 1

Параметры состояния хладагента

Точка	Температура t, °С	Давление P, Па	Удельный объем v, м^3/кг	Энтальпия h, кДж/кг	Энтропия s, кДж/кг·К
Температура окружающего воздуха 29 °С					
1	–4	370 000	–	1460	5,7
1’	4	370 000	0,35	1480	5,75
2	94	1 280 000	–	1660	5,75
3’	33	1 280 000	–	360	1,55
3	29	1 280 000	–	330	1,45
4	–4	370 000	–	330	1,5
Температура окружающего воздуха 24,9 °С					
1	–4	370 000	–	1460	5,7
1’	4	370 000	0,35	1480	5,75
2	90	1 222 000	–	1650	5,75
3’	28	1 222 000	–	328	1,4
3	24	1 222 000	–	300	1,3
4	–4	370 000	–	300	1,35
Температура окружающего воздуха 19,2 °С					
1	–4	370 000	–	1460	5,7
1’	4	370 000	0,35	1480	5,75
2	82,5	1 067 000	–	1638	5,75
3’	25	1 067 000	–	292	1,45
3	21	1 067 000	–	292	1,35
4	–4	370 000	–	292	1,37
Температура окружающего воздуха 11,6 °С					
1	–4	370 000	–	1460	5,7
1’	4	370 000	0,35	1480	5,75
2	69	850 000	–	1625	5,75
3’	19	850 000	–	290	1,35
3	15	850 000	–	280	1,25
4	–4	370 000	–	280	1,3

Удельная холодопроизводительность цикла

$$q_0 = h_{1'} - h_4, \text{ кДж/кг},$$

$$q_0 = 1480 - 330 = 1150 \text{ кДж/кг}.$$

Так как рабочие процессы в компрессорах объемного сжатия можно считать изоэнтропными лишь теоретически, то в расчетах реальных установок необходимо учитывать индикаторный КПД компрессора

$$\eta_i = \lambda_{\omega'} + в t_0,$$

где $\lambda_{\omega'}$ – коэффициент невидимых потерь; в – эмпирический коэффициент, равный: 0,002 – для крейцкопфных машин; 0,001 – для бескрейцкопфных машин; 0,0025 – для хладоновых машин.

$$\eta_i = 0,89 + 0,001 \cdot 0 = 0,89.$$

Индикаторный коэффициент подачи

$$\lambda_i = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} - c\left[\frac{P_к + \Delta P_н}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0}\right],$$

где $\Delta P_н$, $\Delta P_{вс}$ – депрессия соответственно при нагнетании и всасывании, принимают 5–10 кПа; c – коэффициент мертвого пространства, равный отношению объема мертвого пространства к объему, описанному поршнем; в расчетах принимается равным c = 0,05.

$$\lambda_i = \frac{370 - 5}{370} - 0,05\left[\frac{1280 + 10}{370} - \frac{370 - 5}{370}\right] = 0,86.$$

Коэффициент невидимых потерь для бескрейцкопфных компрессоров

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_0}{T_к},$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{0 + 273,15}{33 + 273,15} = 0,89.$$

Коэффициент подачи компрессора

$$\lambda = \lambda_{\omega'} \lambda_i.$$

$$\lambda = 0,89 \cdot 0,86 = 0,77.$$

Энтальпия аммиака после компрессора с учетом индикаторного КПД

$$h_{2'} = h_{1'} + \frac{h_2 - h_{1'}}{\eta_i} \text{ кДж/кг},$$

$$h_{2'} = 1480 + \frac{1660 - 1480}{0,89} = 1682 \text{ кДж/кг}.$$

Удельная работа сжатия компрессора на 1 кг пара

$$l = h_{2'} - h_{1'} \text{ кДж/кг},$$

$$l = 1682 - 1480 = 202 \text{ кДж/кг}.$$

Удельная работа сжатия компрессора с учетом его электромеханического КПД

$$l_{км} = \frac{l}{\eta_{эм}} \text{ кДж/кг},$$

где $\eta_{эм}$ – электромеханический КПД компрессора, принимаемый равным 0,9 – 0,93.

$$l_{км} = \frac{202}{0,9} = 224,4 \text{ кДж/кг}.$$

Удельная тепловая нагрузка на конденсатор

$$q_к = h_{2'} - h_3 \text{ кДж/кг},$$

$$q_к = 1682 - 330 = 1352 \text{ кДж/кг}.$$

Холодильный коэффициент цикла

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l_{км}},$$

$$\varepsilon = \frac{1150}{224,4} = 5,125.$$

Для других значений температур наружного воздуха определим холодопроизводительность

$$Q_0 = Q_0^р \cdot \frac{t_р^{ср} - t_н}{t_р^{ср} - t_{н.о.}} \text{ кВт},$$

где $t_н$ – температура наружного воздуха, °С; $t_{н.о.}$ – проектируемая температура наружного воздуха для данной холодильной установки, °С.

Масса аммиака, проходящего рабочий цикл:

$$G_0 = \frac{Q_0}{q_0} \text{ кг/с},$$

$$G_0 = \frac{10}{1150} = 0,0087 \text{ кг/с}.$$

Действительный объем пара, поступающего в компрессор

$$V_0 = G_0 \vartheta_1 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$V_0 = 0,0087 \cdot 0,35 = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Объемная производительность холода

$$q_\vartheta = \frac{q_0}{\vartheta_1} \text{ кДж/м}^3,$$

$$q_\vartheta = \frac{1150}{0,35} = 3286 \text{ кДж/м}^3.$$

Таблица 2

Расчет параметров работы компрессора при регулировании давлением конденсации

Температура окружающей среды, °С	29	24,9	19,2	11,6
Удельная холодопроизводительность цикла q_0, кДж/кг	1150	1180	1188	1200
Индикаторный КПД компрессора η_i	0,89	0,907	0,916	0,93
Индикаторный коэффициент подачи λ_i	0,86	0,873	0,894	0,9235
Коэффициент невидимых потерь для бескрейцкопфных компрессоров λ_ω	0,89	0,907	0,916	0,93
Коэффициент подачи компрессора λ	0,77	0,792	0,819	0,86
Энтальпия аммиака после компрессора с учетом индикаторного КПД h_2, кДж/кг	1682	1667	1652	1636
Удельная работа сжатия компрессора на 1 кг пара l, кДж/кг	202	187	172	156
Удельная работа сжатия компрессора с учетом его электромеханического КПД $l_{км}$, кДж/кг	224,4	201,1	185	168
Удельная тепловая нагрузка на конденсатор $q_к$, кДж/кг	1352	1367	1360	1356
Холодильный коэффициент цикла ε	5,125	5,868	6,42	7,14
Производительность холодильной установки Q_0, кВт	10	8,54	6,5	3,79
Расход аммиака G_0, кг/с	0,0087	0,0072	0,0055	0,0032
Действительный объем пара, поступающего в компрессор V_0, м³/с	0,003	0,0025	0,0019	0,0011
Объемная производительность холода q_ϑ, кДж/м³	3286	3371	3394	3429
Теоретическая объемная подача компрессора $V_т$, м³/с	0,0039	0,0032	0,0023	0,0013
Производительность холода при условиях, заложенных в паспортных данных $Q_{0ст}$, кВт	6,73	5,442	3,98	2,19
Адиабатная мощность компрессора N_a, кВт	1,566	1,224	0,869	0,464
Индикаторная мощность N_i, кВт	1,759	1,35	0,949	0,499
Мощность трения $N_{тр}$, кВт	0,000195	0,000221	0,000138	0,00009
Электрическая мощность N_e, кВт	1,762	1,35	0,949	0,499
Электрическая мощность двигателя $N_{дв}$, кВт	1,958	1,452	1,02	0,537

Теоретическая объемная подача компрессора

$$V_{\text{т}} = \frac{V_0}{\lambda} \text{ м}^3/\text{с},$$

$$V_{\text{т}} = \frac{0{,}003}{0{,}77} = 0{,}0039 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Удельная объемная производительность холода в стандартных условиях

$$q_\vartheta^{\text{ст}} = \frac{q_0^{\text{ст}}}{\vartheta_1^{\text{ст}}},$$

$$q_\vartheta^{\text{ст}} = \frac{1160}{0{,}15} = 2577{,}8 \text{ кДж/м}^3,$$

где $q_0^{\text{ст}}, \vartheta_1^{\text{ст}}$ – удельная массовая производительность холода и удельный объем, рассчитанные при условиях, заложенных в паспортных данных.

Коэффициент подачи компрессора в условиях, заложенных в паспортных данных:

$$\lambda_{\text{ст}} = \lambda_{\omega'\text{ст}} \cdot \lambda_{\text{ст}i},$$

$$\lambda_{\text{ст}i} = \frac{240-5}{240} - 0{,}05\left[\frac{1200+10}{240} - \frac{240-5}{240}\right] = 0{,}77,$$

$$\lambda_{\omega'\text{ст}} = \frac{-15+273{,}15}{30+273{,}15} = 0{,}851,$$

$$\lambda_{\text{ст}} = 0{,}851 \cdot 0{,}77 = 0{,}66.$$

Производительность холода при условиях, заложенных в паспортных данных:

$$Q_{0\text{ст}} = \frac{Q_0 q_\vartheta^{\text{ст}} \lambda_{\text{ст}}}{q_\vartheta \lambda} \text{ кВт},$$

$$Q_{0\text{ст}} = \frac{10 \cdot 2577{,}8 \cdot 0{,}66}{3286 \cdot 0{,}77} = 6{,}73 \text{ кВт}.$$

Адиабатная мощность компрессора:

$$N_a = G_0(h_2 - h_{1'}) \text{ кВт},$$

$N_a = 0{,}0087(1660 - 1480) = 1{,}566$ кВт.

Индикаторная мощность:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} \text{ кВт},$$

$$N_i = \frac{1{,}566}{0{,}89} = 1{,}759 \text{ кВт.}$$

Мощность трения:

$$N_{тр} = V_т P_{тр}, \text{ кВт,}$$

где $P_{тр}$ – удельное давление трения: 49–69 Па – для бескрейцкопфных прямоточных аммиачных машин; 39–69 Па – для хладоновых прямоточных машин; 19–34 Па – для непрямоточных хладоновых машин.

$$N_{тр} = 0{,}0039 \cdot 0{,}05 = 0{,}000195 \text{ кВт.}$$

Эффективная мощность:

$$N_e = N_i + N_{тр} \text{ кВт,}$$

$$N_e = 1{,}759 + 0{,}000195 = 1{,}762 \text{ кВт.}$$

Электрическая мощность двигателя:

$$N_{дв} = \frac{N_e}{\eta_{эм}} \text{ кВт,}$$

$$N_{дв} = \frac{1{,}762}{0{,}9} = 1{,}958 \text{ кВт.}$$

Аналогично проводим расчет для других значений наружных температур метода регулирования давлением конденсации и занесем в табл. 2.

В результате расчета, сравнивая два указанных метода регулирования, можно сделать вывод, что при регулировании методом пусков и остановов компрессора энтальпия h_2 = const. Поэтому следующие параметры для определения экономического эффекта изменятся (табл. 3).

В результате произведенного расчета по предлагаемому методу построим график потребления электрической энергии в летний период эксплуатации (рис. 3).

Заключение

Из рис. 2 по площади под графиками видно, что регулирование при помощи пусков и остановов затрачивает W_1 = 945,317 кВт·ч электроэнергии в год, а регулирование при помощи изменения давления конденсации W_2 = 855,036 кВт·ч в год.

Как видно из расчета потребления электрической энергии, метод изменения давления конденсации эффективнее на

$$\Delta = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \cdot 100\%,$$

$$\Delta = \frac{945{,}317 - 855{,}036}{945{,}317} \cdot 100\% = 9{,}55\%.$$

Для г. Саранска тариф на электроэнергию Т составляет 6,00 рублей за 1 кВт·ч.

Экономическая эффект

$$Э = (W_1 - W_2) \cdot T, \text{ руб.,}$$

$$Э = (945{,}317 - 855{,}0{,}36) \cdot 6 = 541{,}7 \text{ руб.}$$

Таблица 3

Расчет параметров работы компрессора при регулировании методом пусков-остановов

Адиабатная мощность компрессора N_a, кВт	1,566	1,296	0,99	0,576
Индикаторная мощность N_i, кВт	1,759	1,429	1,081	0,619
Электрическая мощность N_e, кВт	1,762	1,429	1,081	0,619
Электрическая мощность двигателя $N_{дв}$, кВт	1,958	1,537	1,162	0,666

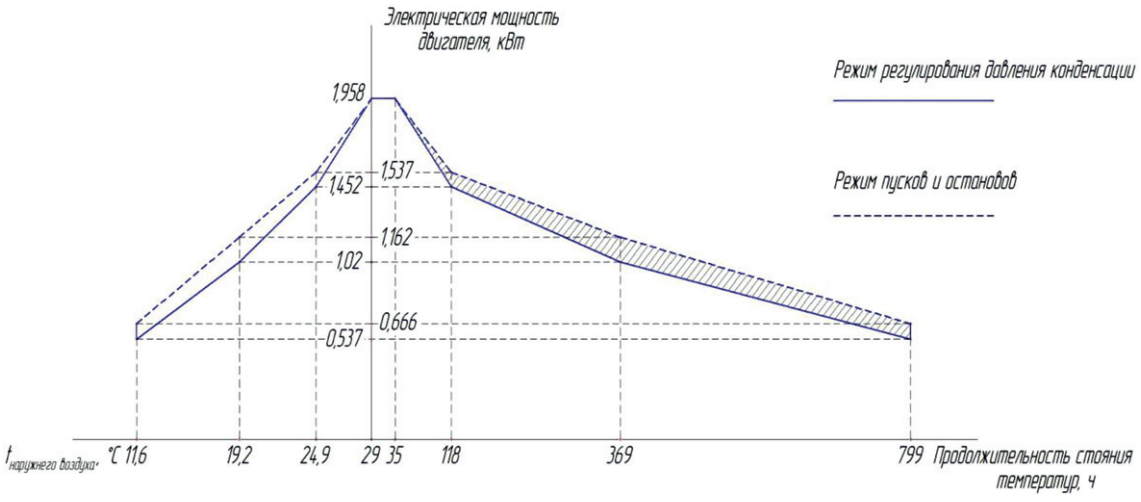


Рис. 2. Графики потребления электрической энергии для оцениваемых методов регулирования

Предложенная в статье методика позволяет определить параметры системы холодоснабжения с учетом реальных режимов её работы.

Список литературы

1. Ануфриев А.В. Повышение эффективности регулирования производительности холодильного винтового компрессора: дис. … канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2014. 135 с.

2. Протопопов К.В., Жиребный И.П., Гаранов С.А. Способы регулирования производительности установок кондиционирования воздуха с режимом теплового насоса // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2014. № 12 (657). С. 76–83.

3. Гужов В.И., Сажин И.А., Сажин А.И., Шумейко В.А. Метод регулирования процессом теплоотдачи в конденсаторе холодильной установки // Автоматика и программная инженерия. 2014. № 1 (7). С. 13–19.

4. Гурский А.А., Денисенко А.В. Система комбинированного регулирования производительности центробежного компрессора холодильной установки // Труды Одесского политехнического университета. 2009. № 2. С. 78–83.

5. Аверкин Н.С. Анализ методов регулирования производительности компрессоров, используемых в холодильных установках // Молодёжь и научно-технический прогресс: сборник докладов IX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Белгород: Изд-во Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, 2018. С. 110–113.

6. Ануфриев А.В., Пекарев В.И. Влияние способа регулирования холодопроизводительности и внешних условий на эффективность винтового компрессора // Вестник Международной академии холода. 2008. № 1. С. 45–55.

7. Зимков А.А. Повышение эффективности регулирования производительности и геометрической степени сжатия холодильных винтовых компрессоров с помощью внутренних устройств: дис.... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2014. 129 с.

8. Левцев А.П., Лысяков А.И. Расчет парокомпрессионных холодильных установок: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. 100 с.

9. Лысяков А.И., Марков В.А., Чернышев Б.С., Жегалин В.В. Анализ и оценка систем холодоснабжения ООО МПК «Атяшевский» // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2016. С. 160–164.

УДК 519.876.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

[1]Мартиросян А.В., [1]Мартиросян К.В., [1]Манторова И.В., [2]Кутовой И.Н.

[1]Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Пятигорск, e-mail: info@pfncfu.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», Пятигорск, e-mail: info@pgu.ru

В данной статье предлагается решение задачи автоматизации управления процессом эксплуатации месторождений минеральных вод. Представленная задача является актуальным направлением научных исследований в области рационального недропользования. В статье приводится описание разработанной системы управления. Представлен процесс определения математического обеспечения системы, состоящего из двух компонентов: математической модели объекта управления и метода синтеза управления. Для объекта управления предложена типовая математическая модель, представленная в виде уравнения или системы уравнений в частных производных с граничными условиями. Выбранная модель способна достаточно точно отражать динамику процессов, происходящих в месторождении, и, соответственно, давать точные результаты моделирования воздействий на месторождение минеральных вод на выходе. Также для объекта определен вид передаточной функции, заданной в виде ряда Фурье для моделирования входного воздействия на объект управления. В конце статьи показаны результаты апробации и тестирования разработанной демоверсии информационной системы управления «Регулятор гидролитосферных процессов». Результаты представлены в виде графиков переходных процессов, по которым возможно определить устойчивость вычислительной схемы с заданными пользователем параметрами. С использованием информации, получаемой посредством работы системы, специалист способен сделать ряд выводов, определяющих необходимость корректировки параметров в зависимости от поставленной задачи.

Ключевые слова: системы управления, моделирование систем, геофильтрационная модель, рациональное недропользование

AUTOMATION OF A MINERAL WATER FIELDS EXPLOITING PROCESS

[1]Martirosyan A.V., [1]Martirosyan K.V., [1]Mantorova I.V., [2]Kutovoy I.N.

[1]Institute of Service, Tourism and Design (branch) of North-Caucasus Federal University, Pyatigorsk, e-mail: info@pfncfu.ru;

[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pyatigorsk State University», Pyatigorsk, e-mail: info@pgu.ru

This article proposes a solution to the mineral water fields exploiting process control automating problem. The presented task is the actual direction of scientific research in the field of rational subsoil use. The article describes the developed control system. The process of determining the software of a system consisting of two components is presented: a mathematical model of the control object and a control synthesis method. For the control object, a typical mathematical model is proposed, represented as an equation or a system of partial differential equations with boundary conditions. The selected model is capable of fairly accurately reflecting the dynamics of the processes occurring in the field, and, accordingly, to give accurate results of modeling the effects on the mineral water field at the outlet. Also, the object has the form of the transfer function defined as a Fourier series for modeling the input action on the control object. At the end of the article, the results of testing and testing the developed demo version of the control system «Regulator of hydrolitospheric processes» are shown. The results are presented in the form of graphs of transient processes, by which it is possible to determine the stability of the computational scheme with user-defined parameters. Using the information obtained through the operation of the system, the specialist is able to draw a number of conclusions determining the need for adjusting the parameters depending on the task.

Keywords: control systems, system modeling, geofiltration model, resources conservation

Процесс автоматизации управления гидрогеологическим объектом можно разделить на три основных этапа:

– первичный анализ объекта с целью получения исходной информации;

– определение и апробирование методов математического описания и объекта управления;

– синтез управления процессом эксплуатации объекта, подразумевающий контроль целевых параметров объекта посредством корректировки параметров выбранного режима эксплуатации.

На практике процесс организации управления природным объектом может быть представлен следующим образом. На первом этапе проводится первичный анализ объекта. На основе полученных данных разрабатывается математическая модель, необходимая для получения информации о характере протекания гидродинамических процессов в исследуемом месторождении и определении необходимых величин и закономерностей для дальнейшего синтеза распределенного регулятора [1, 2].

Удачная реализация управления на нескольких связанных объектах может создать предпосылки для синтеза системы управления комплексом связанных месторождений. Это позволит производить мониторинг общего состояния гидроминеральной базы региона, изучить реакцию комплекса месторождений на изменения интенсивности добычи на разных объектах, тем самым получая уникальную информацию о характере связи и зависимости изучаемых объектов [3].

Цель исследования: разработка инструмента оперативной оценки изменений гидродинамических характеристик месторождения минеральных вод в зависимости от параметров режима эксплуатации.

Если рассматривать исследование единичного объекта, то необходимо уделить особое внимание процессу определения параметров объекта и разработке вычислительной схемы для моделирования. Так как месторождение минеральных вод – это сложный природный объект, то полное соответствие геометрических, физических и гидродинамических параметров не представляется возможным. Конечная математическая модель имеет ряд допущений по отношению к реальному объекту [4]. В практике гидродинамики, в процессе эксплуатации перед предприятиями появляется необходимость решения нескольких классов задач, каждый из которых подразумевает достаточность разной точности вычислений. При эксплуатации месторождения с простыми условиями распределения и движения подземных вод нет необходимости проводить моделирование повышенной точности, так как риск непредвиденных ситуаций минимален, в то время как при эксплуатации природного объекта со сложной структурой использование результатов, полученных при низкой точности моделирования, может привести к аварии на производстве [3]. При увеличении сложности модели время моделирования гидродинамических процессов месторождения значительно повышается, в то время как предприятиям часто нужно получить оперативные данные о состоянии месторождения для продолжения эксплуатации, что ведет к экономическим издержкам.

В ходе исследований была определена оптимальная схема моделирования месторождений, способная корректно оценить характер протекания гидродинамических процессов в месторождениях низкой и средней сложности строения [1]. Моделирование месторождений повышенной сложности – это долгий процесс, возможный только при частном подходе и глубоком изучении объекта.

Материалы и методы исследования

В данном разделе дано описание методологического обеспечения и математического обеспечения предлагаемой информационной системы управления «Регулятор гидролитосферных процессов». Предлагаемая система способна провести анализ устойчивости вычислительной схемы математической модели объекта. Только доказав устойчивость вычислительной схемы применительно к рассматриваемому объекту, можно переходить к дальнейшему синтезу распределенного регулятора.

На данный момент организациям, занимающимся эксплуатацией месторождений минеральных вод, законодательно необходимо предоставлять результаты компьютерного эксперимента для получения лицензии на разработку новой скважины, месторождения. Вследствие низкого уровня автоматизации процессов анализа состояния месторождений организациям сложно решить поставленную задачу. Существующие аналоги программных решений обойдутся предприятиям в 1 500 000 руб. за каждую скважину [5]. Высокая цена обоснована низкой конкуренцией в данном сегменте рынка программных продуктов. Существуют более доступные аналоги (Modflow), недостатком которых являются:

– необходимость обучения персонала ввиду специфичности интерфейса и принципов работы системы;

– невозможность 3D-моделирования процесса геофильтрации, являющегося необходимостью при анализе сложных природных объектов.

Представленные недостатки стали предпосылками к разработке собственного программного решения. Был проведен ряд успешных экспериментов на скважинах месторождений, которые доказали возможность разработки, внедрения и сопровождения систем управления на предприятия региона.

В ходе проведенного мониторинга было определено, что в первую очередь предприятиям необходимо убедиться в корректности выбранного набора параметров моделирования. Имея представление только о необходимом конечном результате, специалистам, не сталкивающимися с программным моделирование геофильтрации, зачастую сложно определиться с мерой допущений при формировании исходных данных для математической модели.

Предлагаемая информационная система управления «Регулятор гидролитосферных процессов» позволит апробировать набор выбранных параметров, не только предоставляя возможность убедиться в устойчивости вычислительной схемы с введенными параметрами, но и увидеть график переходного процесса (реакции системы на поданное входное воздействие). Анализ графика переходного процесса дает возможность получить базовую информацию об интенсивности и характере протекания гидродинамических процессов в объекте с заданными параметрами. Организации, занимающиеся эксплуатацией месторождений минеральных вод, располагают набором параметров, необходимых для математического описания объекта, поэтому использование предлагаемой демоверсии системы способно повысить эффективность дальнейшего моделирования и синтеза путем определения корректных параметров моделирования.

Заложенная в систему математическая модель объекта разработана на базе уравнения (1), описыва-

ющего характер протекания гидродинамических процессов в месторождении.

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \frac{1}{\eta *} \cdot \left(k_x \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + k_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right) - \\ - F \frac{\partial S}{\partial x} - \hat{S}(t) \cdot \delta(x, y, z), \quad (1)$$

где S – изменение дебита месторождения, м;
k_x, k_y, k_z – коэффициенты фильтрации, м/сут;
η – коэффициент упругоемкости пласта;
F – скорость потока;
$\hat{S}(t)$ – управляющее воздействие.

Краевые условия математической модели определяются в соответствии с набором параметров моделируемого месторождения. Для программной реализации вычислений проводится дискретизация математической модели методом конечных разностей.

В системе используется специальная технология, позволяющая подать на объект модельное входное воздействие в виде ряда Фурье [6]. Реакция объекта на данное воздействие показывает характер протекания процесса фильтрации в месторождении, реализуя процесс геофильтрационного моделирования, в основе которого в первую очередь устойчивость вычислительной схемы. Пробное моделирование переходного процесса производится при подаче входного воздействия следующего вида:

$$S(x) = \sum_{n}^{\infty} A_n \cdot \cos\ (\psi_n \cdot x), \quad (2)$$

где n – номер гармоники ряда Фурье;
A_n – весовой коэффициент;
ψ_n – пространственная частота (аналог угловой частоты, представленной как функция координаты, рад/м).

Если представить ψ_n как $\psi_n = \pi \cdot n / L_x \ \left(\eta = \overline{1,\infty}\right)$, то выражение (2) принимает следующий вид:

$$S(x) = \sum_{n}^{\infty} A_n \cdot \cos \left(\frac{\pi \cdot n \cdot x}{L_x} \right). \quad (3)$$

Результатом подачи входного воздействия является распределение изменения уровня жидкости в моделируемом пласте [4]. Параметрами, по которым определяется устойчивость вычислительной схемы, определяется по факту выхода системы на установившийся режим и плавности градиенту распределения изменения уровня жидкости.

Результаты исследования и их обсуждение

Интерфейс демоверсии информационной системы управления «Регулятор гидролитосферных процессов» представлен на рис. 1 и включает следующий набор полей:

– размеры моделируемой области (по X, Y, Z);
– водопроницаемость пласта (необходима для отражения связи между соприкасающимися пластами месторождения);
– мощность пласта;
– напор жидкости в пласте;
– коэффициент фильтрации пласта;
– коэффициент упругоемкости пласта;
– коэффициент перетекания.

В данном окне выводятся значения параметров, введенных пользователями, график переходного процесса объекта управления, краткая информация о полученном результате и рекомендации. Если график переходного процесса стремится к установившемуся режиму и градиент изменения уровня жидкости в пласте плавно понижается, то вычислительная схема принимается устойчивой. В рекомендациях дополнительно указан адрес электронной почты, по которой пользователь может связаться с организацией для дальнейшего сотрудничества.

После заполнения данных полей (рис. 2) необходимо нажать кнопку «Расчет» внизу экрана, после чего программа выполнит математический алгоритм и выдаст результат.

Форма вывода результата расчета представлена на рис. 3.

Рис. 1. Интерфейс демоверсии информационной системы управления «Регулятор гидролитосферных процессов»

Рис. 2. Ввод параметров в интерфейс системы

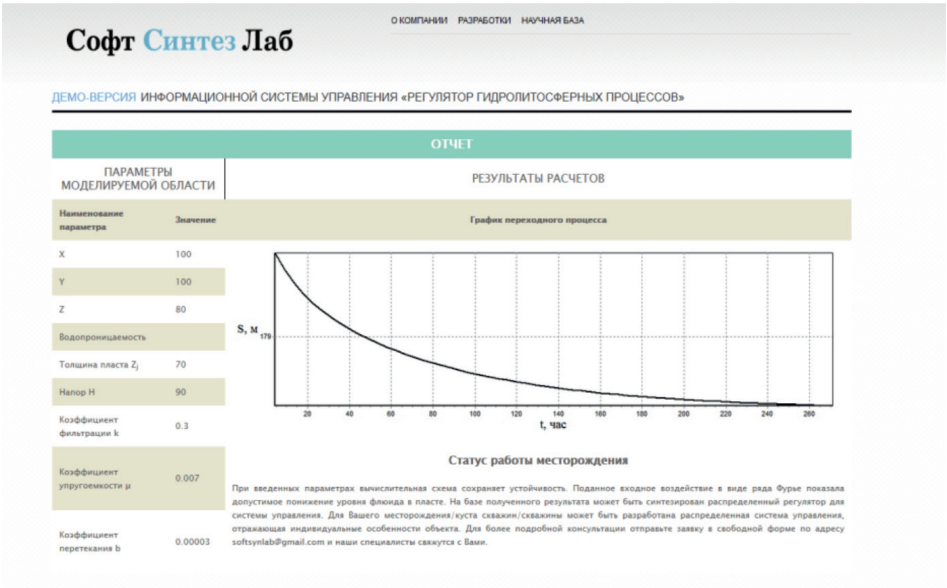


Рис. 3. Форма вывода результата расчета

В случае, когда вычислительная схема неустойчива, график переходного процесса не стремится к установившемуся значению, а на градиенте изменения уровня жидкости появляются характерные резкие изломы. При неустойчивости вычислительной схемы пользователю предлагается проверить и скорректировать значения введенных параметров. В ходе тестирования системы был отмечен ряд наиболее частых ошибок, допускающихся пользователями при заполнении формы ввода параметров в интерфейс системы:

– несоответствие отношения величины напора к толщине пласта моделируемого месторождения;

– значительное завышение значения коэффициента перетекания;

– использование запятой при вводе значений параметров.

Качественная интеграция позволяет достичь хороших результатов в скорости и эффективности работы системы. Тестирование системы проводилось в несколько этапов. На первом этапе система тестировалась сотрудниками организации на наличие ошибок в вычислительном аппарате, модуле обработки и вывода информации. На данном этапе были обнаружены и устранены ряд ситуаций, когда при определенном наборе параметров система выдавала некорректный результат работы. Также был

исправлен набор исходных параметров для проведения моделирования. Исходный набор содержал такие значения, как пьезопроводность пласта, градиент увеличения депрессионной воронки и др. Данные параметры повышают точность отражения характера протекания гидродинамических процессов в пластах месторождения, но параллельно увеличивают время моделирования. Проведение экспериментов доказало незначительность изменений результатов работы системы при решении данной задачи, что позволило пренебречь указанными параметрами.

На втором этапе тестирование проводилось с участием специалистов профильных организаций. Специалистами проводилась оценка эффективности работы системы: скорость расчета, корректность и полнота получаемого результата. Посредством сотрудничества со специалистами были внесены незначительные корректировки в процесс вычислений.

При моделировании гидродинамических процессов используется дискретизационная сетка, количество шагов которой обуславливается требованиями к точности моделирования. Опытно-фильтрационные работы, проводимые для определения исходных данных об объекте – это трудоемкий и дорогостоящий процесс, поэтому определение значений основных коэффициентов в большом количестве точек дискретизации не представляется возможным [7]. В связи с этим при моделировании используются усредненные значения коэффициентов по размерам выбранного шага дискретизации, что объясняет погрешность модельных и реальных данных.

С изменением параметров пользователь получает градиент изменения уровня жидкости в напоре, по характеру которого видна динамика моделируемого объекта. На рис. 4 представлен результат работы системы.

Общий подход к моделированию геофильтрации подразумевает корректировку параметров моделирования для достижения целевой функции. Искусственная корректировка параметров способна повысить сходимость результатов эксперимента с данными, полученными на реальном месторождении. Поэтому анализ результатов работы предлагаемой системы способен помочь специалистам повысить уровень соответствия модели и объекта, тем самым обеспечив устойчивость схемы вычисления.

Располагая данной информацией, специалист способен сделать ряд выводов, определяющих необходимость корректировки заданных параметров в зависимости от поставленной задачи. Например, при задаче максимизации объема добычи ресурса специалисту необходимо определить минимальную динамику объекта, так как в таком случае, при незначительном превышении допустимого объема добычи внедренная система автоматического управления сохранит устойчивость, а месторождение сохранит целостность [5]. В обратном случае, рассогласование модельной и реальной величины понижения уровня может привести к аварийной ситуации.

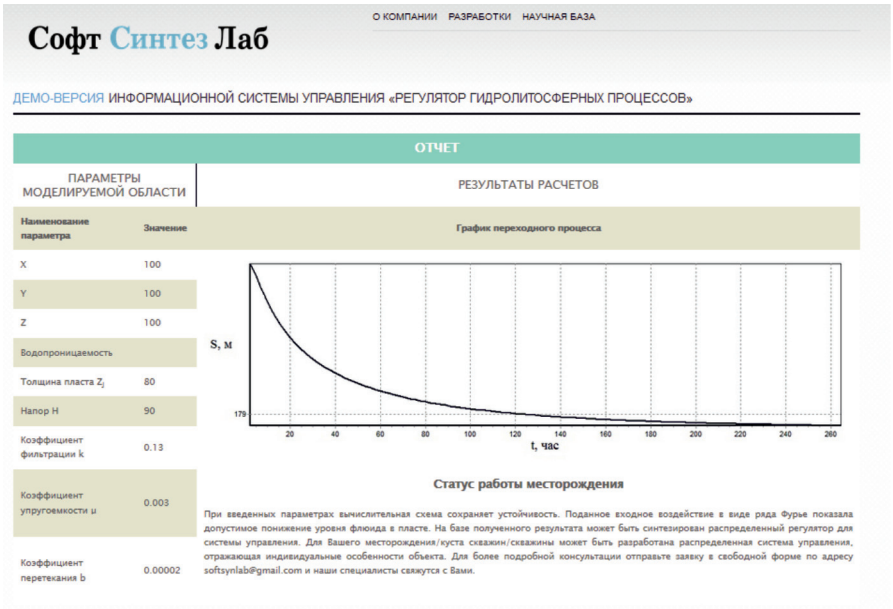


Рис. 4. Результат работы системы

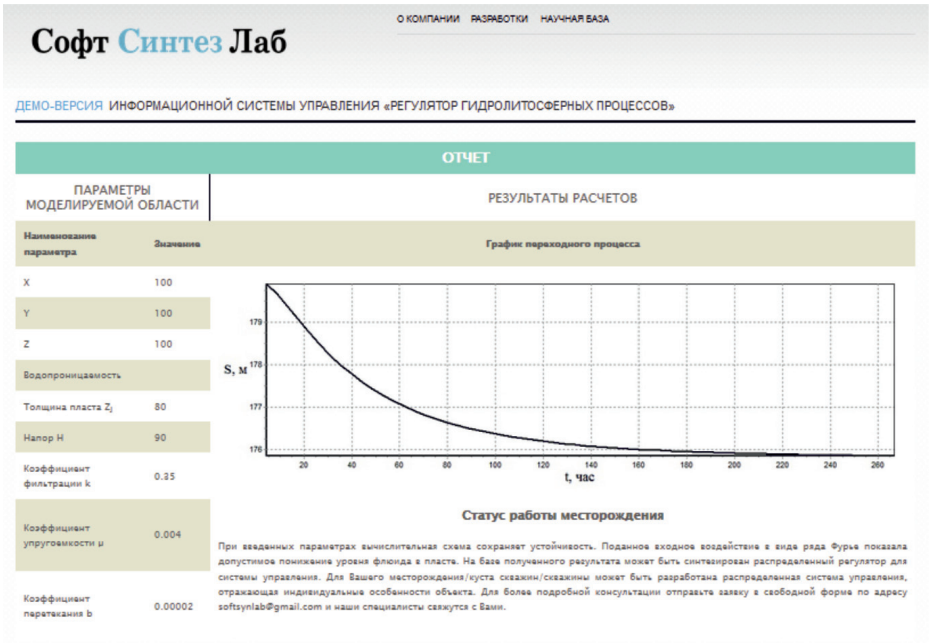


Рис. 5. Результат работы системы

На рис. 5 представлен результат работы системы, где с помощью незначительной корректировки величин была получена менее динамичная модель. Использование результатов данной модели при синтезе распределенной системы управления способно значительно повысить показатели устойчивости и адаптивности системы, как к техногенным, так и природным изменениям в процессе эксплуатации водоносного пласта.

В результате тестирования и отладки демоверсия информационной системы управления «Регулятор гидролитосферных процессов» представляет собой полноценный программный продукт, способный провести корректную оценку устойчивости вычислительной схемы и способную предоставить рекомендации по дальнейшему выбору параметров объекта.

Заключение

Разработанная демоверсия информационной системы управления «Регулятор гидролитосферных процессов» является необходимым компонентом для организации автоматического управления процессом добычи минеральных вод. Результат работы данной системы позволяет определить устойчивость вычислительной схемы и скорректировать параметры объекта управления для проведения успешного синтеза системы управления заданными параметрами процесса добычи минеральной воды.

Список литературы

1. Быстров С.В., Григорьев В.В., Мансурова О.К., Першин И.М. Синтез полиномиальных законов управления для непрерывных динамических объектов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2017. Т. 60. № 5. С. 398–403.

2. Ильюшин Ю.В., Першин И.М. Methodology for the determination of the stability in a spatially distributed control object with impulse input impact // Известия ЮФУ. Технические науки. 2018. № 5 (199). С. 186–198.

3. Chernyshev A.B., Martirosyan K.V., Martirosyan A.V. Analysis of the nonlinear distributed control system's sustainability. Journal of Mathematics and Statistics 10 (3). Date Views 12.07.2014. [Electronic resource]. URL: http://thescipub.com/abstract/10.3844/jmssp.2014.316.321 (date of access: 25.05.2019).

4. Ильюшин Ю.В., Трушников В.Е. Преобразование случайного векторного воздействия линейным элементом системы с целью его компенсации при добыче подземных вод. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 1. С. 97–103.

5. Малков А.В., Помеляйко И.С., Першин И.М. Особенности эколого-гидрогеологического мониторинга курортных территорий на примере Кисловодска // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2018. Т. 95. № 2. С. 80.

6. Мартиросян А.В., Мартиросян К.В. Применение рядов Фурье в синтезе распределенных систем управления // 2019 IEEE NW Russia Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (Январь 28–31). СПб., 2019. С. 609–613.

7. Ilyushin Y., Mokeev A. Tunnel furnace of a conveyor type: technical controlling of the temperature field. International Journal of Applied Engineering Research. 2017. Т. 12. № 20. P. 9377–9389.

УДК 678

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА УГЛЕРОДНЫЕ ЛЕНТЫ С МЕДНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Нелюб В.А., Федоров С.Ю., Бурченкова Т.Д., Панфилов Ю.В.

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: admin@emtc.ru, mail@emtc.ru, panfilov@bmstu.ru

Статья посвящена исследованию условий эксплуатации и совершенствованию свойств и характеристик углепластиков. Одним из современных методов придания углепластикам новых свойств является использование углеродных тканей (лент) с предварительно нанесенным на них металлическим покрытием. Целью настоящей работы являлось исследование влияния электрического поля на углеродные ленты с медным покрытием. Для повышения надежности и прочности материалов при нанесении на поверхность углеродной ленты медного покрытия использована вакуумная технология магнетронного распыления. Приведены результаты экспериментальных исследований углеродных лент с медным покрытием, соединенных между собой ультразвуковой сваркой. Определены режимы сварки и значения температур в зоне сварки. Экспериментально установлено, что имеет место расплавление медного покрытия при температурах выше 370 °С, что существенно ниже, чем у меди. Проведено моделирование в программе COMSOL Multiphysics и определены значения температур, возникающие в процессе сварки на поверхности углеродной нити и медного покрытия. Сделан вывод о том, что с помощью технологии ультразвуковой сварки возможно соединить между собой углеродные ленты с нанесенным на них медным покрытием. Экспериментальные и теоретические результаты показали, что наличие на углеродной ленте медного покрытия способствует повышению качества углеродной ленты. В результате расчетов было установлено, что температура медного покрытия на 3 % выше, чем углеродной нити.

Ключевые слова: углепластик, углеродная лента, медное покрытие, сварка, электрическое поле, моделирование тепловых нагрузок

MODELING OF THERMAL LOADS ARISING BY ELECTRICAL FIELDS EFFECT ON CARBON TAPES WITH COPPER COATING

Nelyub V.A., Fedorov S.Yu., Burchenkova T.D., Panfilov Yu.V.

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University», Moscow, e-mail: admin@emtc.ru, mail@emtc.ru, panfilov@bmstu.ru

The article is devoted to the study of operating conditions and the improvement of the properties and characteristics of carbon plastics. One of the modern methods of imparting new properties to carbon plastics is the use of carbon fabrics (tapes) with a metallic coating previously applied to them. The purpose of this work was to study the effect of the electric field on carbon tapes with copper coating. To increase the reliability and durability of materials when applied to the surface of a carbon ribbon of copper coating, vacuum technology of magnetron sputtering is used. The results of experimental studies of carbon tapes with a copper coating interconnected by ultrasonic welding are presented. Welding modes and temperatures in the welding zone are determined. It was established experimentally that there is a melting of the copper coating at temperatures above 370 °C, which is significantly lower than that of copper. The simulation was carried out in the COMSOL Multiphysics program and the temperatures occurring during the welding process on the surface of the carbon filament and the copper coating were determined. It was concluded that using ultrasonic welding technology it is possible to interconnect carbon tapes coated with copper. Experimental and theoretical results have shown that the presence of a copper coating on a carbon tape contributes to an increase in the quality of the carbon tape. As a result of calculations, it was found that the temperature of the copper coating is 3 % higher than that of the carbon filament.

Keywords: carbon fiber, carbon tape, copper coating, welding, electric field, heat load modeling

Углепластики широко применяются в качестве конструкционных материалов в различных отраслях промышленности, в том числе в авиастроении, автомобилестроении, в ракетно-космическом производстве и др. при изготовлении силовых элементов, несущих панелей и многих других деталей, от которых требуется сочетание высокой прочности, легкости, термостойкости и долговечности [1–3]. Сложные условия эксплуатации изделий из углепластиков и постоянно повышающиеся требования по повышению их надежности приводят к необходимости совершенствования эксплуатационных характеристик существующих материалов [4–6].

Одним из современных методов придания углепластикам новых свойств является использование углеродных тканей (лент) с предварительно нанесенным на них металлическим покрытием. Основной целью металлизации является изменение физико-химических свойств поверхности углеродных тканей, что позволяет регулировать их теплофизические свойства [7–9]. Создание углепластиков с новым комплексом функ-

циональных свойств повысит конкурентоспособность изделий.

Авторами работ [10, 11] доказана эффективность применения медного покрытия для повышения теплопроводности углепластиков. В настоящей работе, для нанесения на поверхность углеродной ленты медного покрытия, использована вакуумная технология магнетронного распыления [12], суть которой состоит в том, что атомы напыляемого металла выбиваются из мишени ионами аргона и переносятся на поверхность углеродной ленты, где формируется твердое металлическое тонкопленочное покрытие.

Нанесение на поверхность углеродных лент медного покрытия позволяет использовать сварочные технологии для их соединения между собой. Использование сварки для соединения между собой армирующих материалов приведет к повышению прочности при межслоевом сдвиге, что в перспективе позволит применять вместо органических связующих – неорганические, основным преимуществом которых являются существенно большие значения рабочих температур, которые могут достигать 1000 °С [13], тогда как теплостойкость углепластиков на органических связующих, как правило, не превышает 250 °С.

Однако для проведения сварки необходимо знать тепловые нагрузки, при которых, с одной стороны, не будет происходить расплавление медного покрытия на поверхности углеродной ленты, а с другой стороны, будут обеспечиваться условия возникновения сварного шва (или сварной точки).

Цель работы: исследование влияния электрического поля на углеродные ленты с медным покрытием.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследований выбрана углеродная лента FibArm Tape-230|300 (ТУ 1916-018-61664530-2013), толщиной 0,21 мм. Для нанесения на углеродную ленту медного покрытия использовалась отечественная промышленная установка магнетронного распыления ММР-1800М [7, 12]. В качестве мишени использовалась медь марки М1. Напыление проводили при следующих режимах: ток магнетрона 10 А; напряжение 300 В. Общая продолжительность напыления медного покрытия на рулон углеродной ленты длиной 25 м составила 5,5 ч: установка рулона с лентой в машину – 0,3 ч, создание вакуума – 3 час, напыление с использованием двух магнетронов – 2,2 ч. При использовании четырех магнетронов продолжительность напыления сокращается в два раза. Перед металлизацией на этой же машине проводили плазменную обработку углеродной ленты, что позволило не только повысить адгезионную прочность между углеродной лентой и покрытием, но и снизить значения среднеквадратических отклонений всех измеряемых характеристик.

Работа состояла из экспериментальной и теоретической части.

В экспериментальной части определяли механические характеристики элементарных нитей до и после нанесения на углеродную ленту медного покрытия. Оценку механических характеристик проводили на разрывной машине Zwick/RoellZ010. Для определения прочности элементарной нити и величины ее относительного удлинения использовали бумажные рамки, в которые вклеивалась элементарная нить. После закрепления бумажной рамки в захваты разрывной машины рамка разрезалась и проводились испытания элементарных нитей на растяжение. Для определения средних значений прочности, величины относительного удлинения и значений диаметров элементарных нитей испытывали не менее 20 образцов.

Измерение диаметра элементарной нити проводилось на поляризационном микроскопе МИН-8. Толщину слоя медного покрытия определяли с помощью атомно-силового микроскопа SOLVER 47PRO.

В экспериментальной части работы также отрабатывали технологию ультразвуковой сварки углеродных лент с медным покрытием между собой. Для проведения сварки использовали генератор ультразвука, волновод подсоединяли перпендикулярной плоскости сварного шва, динамическое усилие прикладывали со стороны излучателя. Сварку проводили на следующих режимах: сдавливающее усилие – 0,1кН; потребляемая мощность – 4–4,2 кВт; рабочее время сварки – 1,5 с.

Амплитуду механических колебаний при проведении ультразвуковой сварки варьировали от 10 до 30 мкм. В процессе сварки фиксировали значения температур, при которых происходило расплавление медного покрытия.

В теоретической части работы проводили расчет температурных полей в программе COMSOL Multiphysics, что позволило рассчитать температурные поля, возникающие в процессе сварки непосредственно в тонком слое медного покрытия.

Для моделирования влияния электрических полей была создана осесимметричная модель элементарной нити (рис. 1, а), состоящая из двух усеченных конусов, диаметр которых первоначально изменяется от 7 мкм до 6 мкм на длине 100 мкм, а затем снова расширяется до 7 мкм. Такая модель позволила изменить контур волокна таким образом, чтобы искусственно создать на нем участок с наибольшей концентрацией тепловых нагрузок. За счет уменьшения площади поперечного сечения на этом участке будет возрастать плотность тока, что и приведет к возрастанию температур. В качестве основного критерия использовались не абсолютные значения температур, а их относительная величина, т.е. разница между температурой на участке с наименьшей площадью и торцами.

При моделировании были использованы геометрические характеристики элементарных нитей углеродной ленты FibArm Tape-230|300, на которой находилось покрытие из меди, толщиной 100 нм (рис. 1, б, в). Для моделирования использовалась неструктурированная расчетная сетка с тетраэдрическими элементами от 100 до 300 нм.

Для моделирования медного покрытия использовалась тетраэдрическая расчетная сетка, с размером одного элемента 60 нм. При создании конечно-элементной модели были использованы следующие допущения:

– между элементарной нитью и медным покрытием имеет место полное прилегание;

– медное покрытие по всему периметру элементарной нити имеет одинаковую толщину;

– элементный состав медного покрытия не содержит примесей и является единым для всех элементарных нитей;

– подводимое тепло полностью расходуется на нагрев и не рассеивается в окружающую среду.

Результаты исследования и их обсуждение

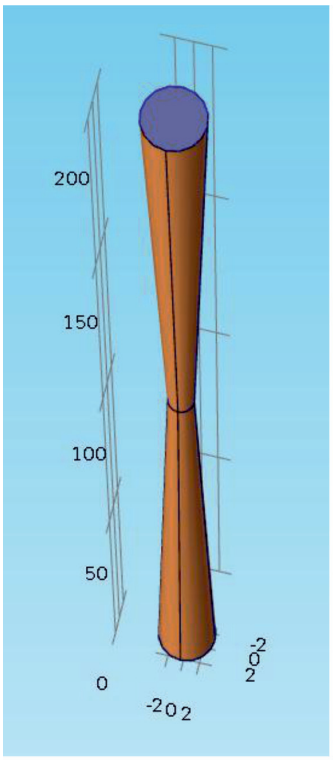
В табл. 1 приведены результаты механических испытаний элементарных нитей до и после нанесения на них медного покрытия.

В результате проведенных механических испытаний установлено, что величина разрушающего напряжения элементарной нити, при нанесении на углеродную ленту медного покрытия увеличилась на 44%. Величина диаметра элементарной нити, при нанесении на углеродную ленту медного покрытия, увеличилась всего на 1,2%. Очень существенно изменилась величина среднеквадратического отклонения при испытании элементарных нитей с медным покрытием. Дисперсия разрушающего напряжения снизилась в 6,2 раза, а дисперсия диаметра – в 2,16 раз. Таким образом, нанесение медного покрытия приводит не только к повышению механической прочности элементарной нити более чем на 40%, но и снижает более чем в 6 раз характеристики дисперсии. Это позволяет предположить, что наличие на углеродной ленте медного покрытия способствует повышению качества углеродной ленты.

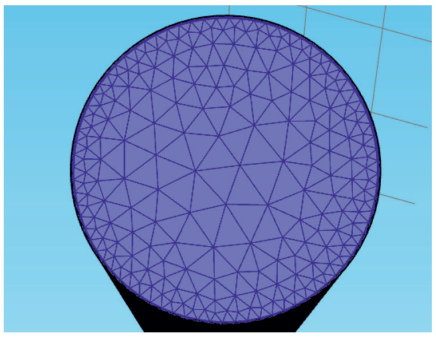
Таблица 1

Свойства элементарных нитей до и после нанесения медного покрытия

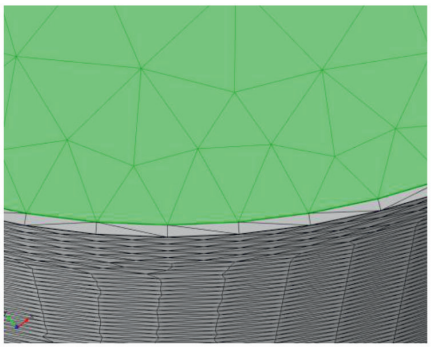
Характеристики	Тип металлического покрытия	Значение показателя	Дисперсия
Разрушающее напряжение, МПа	Без покрытия	3110	870
Относительное удлинение, %		2,05	0,62
Диаметр, нм		8610	260
Разрушающее напряжение, МПа	Медное покрытие	4490	140
Относительное удлинение, %		1,9	0,5
Диаметр, нм		8710	120



а)



б)



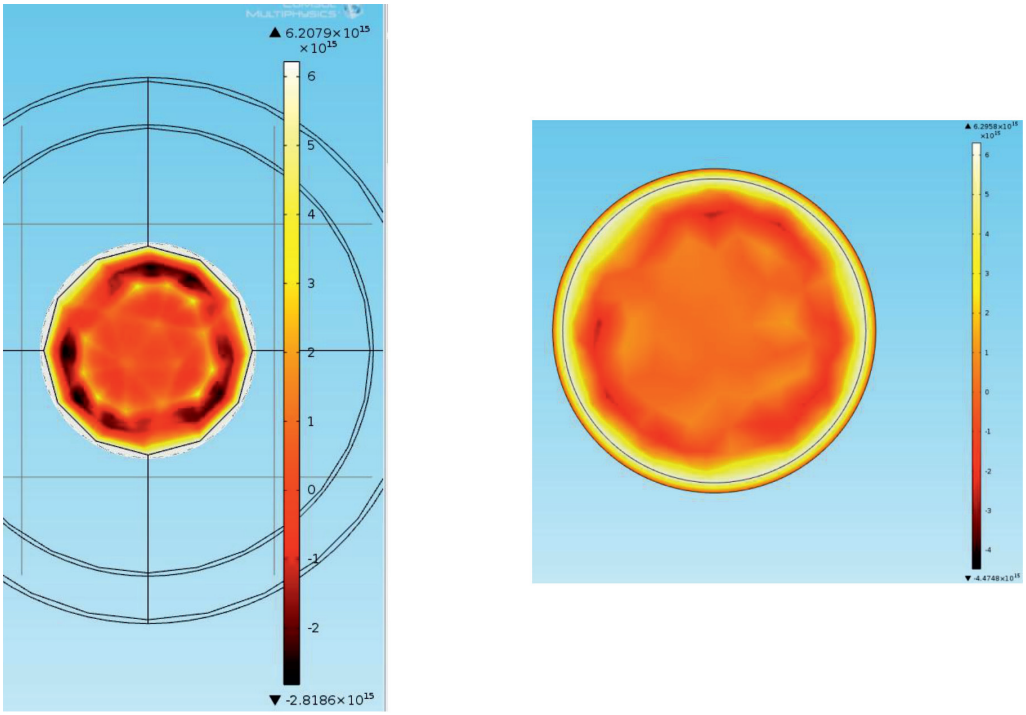
в)

Рис. 1. Осесимметричная модель элементарной нити (а), конечно-элементная модель элементарной нити (б) и металлического покрытия (в) на элементарной нити

Таблица 2

Значения температур, при которых происходило расплавление медного покрытия на углеродной ленте

Частота, КГц	Температура на поверхности медного покрытия, °С	Качественная оценка структуры медного покрытия	Содержание меди, %
10	280	Структура однородная	84
15	325	Наличие единичных дефектов	68
20	370	Наличие небольших дефектов	37
25	446	Наличие множественных дефектов	15
30	500	Структура полностью повреждена	0



а) б)

Рис. 2. Результаты моделирования тепловых полей при воздействии электрического излучения на элементарную углеродную нить с покрытием, при толщине покрытия из меди 100 нм (а) и 300 нм (б)

При проведении ультразвуковой сварки оценивали изменение температуры на поверхности медного покрытия в зависимости от частоты. Полученные данные приведены в табл. 2.

В результате проведенных исследований установлено, что имеет место существенное уменьшение температуры, при которой происходит плавление медного покрытия (с 1083 °С до 500 °С).

Результаты теоретических исследований тепловых полей частично приведены на рис. 2 и показаны в табл. 3.

В процессе моделирования использовались следующие режимы:

– продолжительность воздействия электрического тока 0,1 с;

– напряжение на одном из торцов углеродной нити 106 В;

– свободный торец углеродного волокна заземлен.

Таблица 3

Результаты моделирования температур

Условия моделирования	Значения температур Т, °С	
Разность потенциалов на концах волокна U, В	углеродной нити	медного покрытия
1	49,95	50,75
2	139,95	143,15
3	289,95	296,95
3,5	387,45	397,05
4	499,95	512,45
5	769,85	789,45

Анализ полученных результатов показывает нелинейный рост температур углеродной элементарной нити и тонкой пленки меди в зависимости от приложенной разности потенциалов. Разница в температурах между ними не превышает 3 %.

Выводы

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что величина разрушающего напряжения элементарной нити, при нанесении на углеродную ленту по технологии магнетронного распыления медного покрытия, увеличилась на 44 %, а величина среднеквадратического отклонения снизилась более чем в 6 раз, что позволяет предположить, что наличие на углеродной ленте медного покрытия способствует повышению качества углеродной ленты.

С помощью технологии ультразвуковой сварки возможно соединить между собой углеродные ленты с нанесенным на них медным покрытием. В процессе сварки было установлено, что имеет место расплавление медного покрытия при температурах выше 370 °С, что существенно ниже, чем у монолитного материала. В результате расчетов было установлено, что температура тонкой пленки меди на 3 % выше, чем у нагретого углеродного волокна.

Список литературы

1. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. 352 с.

2. Каблов Е.Н. Становление отечественного космического материаловедения // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2017. № 3 (95). С. 97–105.

3. Цибизова Т.Ю., Гузева Т.А. Системы автоматического управления технологическими процессами отверждения изделий из полимерных композитов // Клеи. Герметики. Технологии. 2015. № 5. С. 35–40.

4. Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2016. 264 с.

5. Баурова Н.И., Зорин В.А. Технологическая наследственность при производстве деталей машин из полимерных композиционных материалов: монография. М.: МАДИ, 2018. 220 с.

6. Петрова А.П., Малышева Г.В. Клеи, клеевые связующие и клеевые препреги: уч. пособие / Под общ. ред. Е.Н. Каблова. М.: ВИАМ, 2017. 472 с.

7. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. М.: Техносфера, 2010. 528 с.

8. Гайнутдинов Р.Ф., Гайсин А.Ф. К вопросу применения низкотемпературной плазмы для обработки текстильных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 20. № 2. С. 72–73.

9. Гарифуллин А.Р. Исследование воздействия высокочастотного емкостного разряда, применяемого для повышения адгезионных взаимодействий в композиционных материалах, на рельеф и структуру углеродных волокон // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 19. С. 104–105.

10. Нелюб В.А. Технология металлизации углеродных тканей и свойства углепластиков на их основе // Технология металлов. 2018. № 3. С. 7–10.

11. Нелюб В.А. Оценка влияния металлизации поверхности углеродных лент на механические характеристики элементарных нитей // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2018. № 4. С. 2–6.

12. Горберг Б.Л. Современное состояние и перспективы использования плазмохимической технологии для обработки текстильных материалов // Текстильная химия. 2003. № 1. С. 59–68.

13. Gorodetskii M.A., Nelyub V.A., Malysheva G.V., Shaulov A.Y., Berlin A.A. Technology of forming and the properties of reinforced composites based on an inorganic binder. Russian Metallurgy (Metally). 2018 (13). P. 1195–1198.

УДК 004.942

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нуриев Н.К., Обади А.А., Печеный Е.А., Старыгина С.Д.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, e-mail: 19fattah86@mail.ru

В статье излагаются результаты исследования учебного процесса как многостадийной процедуры целесообразного развития формализаторских, конструктивных и исполнительских способностей. Показано, что вероятность успешного решения человеком задачи определенной сложности непосредственно зависит от полноты и целостности его знаний, а также достигнутого уровня формализаторских, конструктивных, и исполнительских способностей. В псевдофазовом пространстве проиллюстрирован алгоритм оценки этой вероятности. Для построения математической модели процесса обучения был использован аппарат систем совместных регрессионных уравнений. В полученной модели отражены динамический характер учебного процесса; невозможность организации непрерывного контроля за ходом обучения; тесная связь и взаимовлияние всех типов способностей друг на друга в рамках человеческой личности; возможность управления течением учебного процесса посредством изменения степени сложности учебных проблем. Показано, что разработанная модель относится к классу идентифицируемых и ее параметры могут быть найдены с помощью косвенного метода наименьших квадратов. Все этапы идентификации подробно прокомментированы в тексте работы. В состав модели входят три эндогенные и четыре экзогенные переменные. Время, как самостоятельная факторная переменная, в модели отсутствует, однако всем значениям переменных поставлены в соответствие временные метки, имеющие смысл установленных учебным планом точек контроля.

Ключевые слова: математическая модель, АВС-способности, деятельности, обучение, совместные регрессионные уравнения, структурная форма модели, приведенная форма модели

MATHEMATICAL MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF DESIGN – CONSTRUCTIVE ABILITIES IN ACTIVITIES

Nuriev N.K., Obadi A.A., Pechenyy E.A., Starygina S.D.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: 19fattah86@mail.ru

The article presents the results of the educational process research as a multistage procedure for the expedient development of formalization, constructive, and performing abilities. Shown, that the probability of a person successfully solving of task of a certain complexity directly depends on the completeness and integrity of his knowledge, as well as on the achieved level of formalization, constructive, and performing abilities. In pseudo-phased space is illustrated an algorithm for estimating this probability. To build a mathematical model of the learning process was used the apparatus of jointed regressed equations. The resulting model reflects the dynamic nature of the educational process; The impossibility of organizing continuous monitoring of the learning progress; The close relation and mutual influence of all types of abilities on each other in the framework of the human personality; The ability to control the progress of the educational process by changing the degree of complexity of educational problems. Shown that the developed model is belonged to the class of identifiable and its parameters can be found using the indirect method of least squares. All stages of identification are commented in detail in the text of the work. The model includes three endogenous and four exogenous variables. The time, as an independent factor variable in the model is absent, however, all the values of the variables correspond to time stamps that have the meaning of control points established by the curriculum.

Keywords: mathematical model, ABC – abilities, activities, learning, jointed regressed equations, structural form of the model, reduced form of the model

Очевидно, процесс развития проектно-конструктивных способностей человека зависит от сотен взаимосвязанных факторов. Этот процесс является латентным и происходит в когнитивной сфере человека, поэтому не поддается никаким непосредственным измерениям и наблюдениям. В то же время задача управления процессом развития проектно-конструктивных способностей человека, на основе каких-то воздействий, остается актуальной проблемой для многих наук.

В процессе развития проектно-конструктивных способностей можно выделить интегративные характеристики. На практике под интегративной характеристикой понимается сложная характеристика, которая не сводится только к сумме ее составляющих. В целом при моделировании систем и процессов, использование интегративных характеристик представляет собой способ понижения размерности системы, который позволяет решить проблему «проклятия размерности» для больших и сложных систем. Таким образом, в модели интегративная характеристика – это переменная, представляющая собой множество переменных, находящихся ниже в иерархической структуре организации системы. В самоорганизующихся и саморазвивающихся системах со сложной структурой подсистем этот параметр несет интегрированную информацию о поведении этих подсистем, по которым можно судить о поведении всей системы в целом [1, 2].

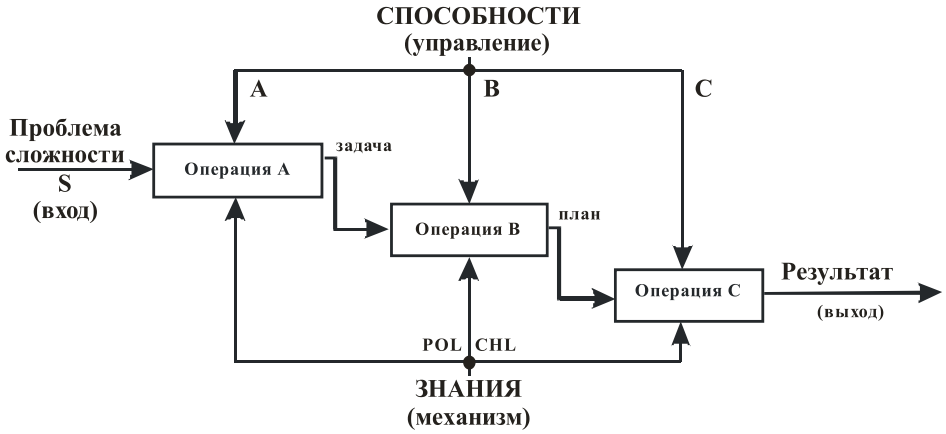


Рис. 1. Диаграмма трансформации человеком проблемы в результат

Цель исследования: разработка математической модели развития проектно-конструктивных способностей в деятельности для построения цифровых технологий с целью их использования в автоматизированных SMART-системах.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим процесс решения человеком проблемы сложности S через его деятельность. Особо отметим, что все люди решают проблему одним и тем же способом:

1. На основе своих знаний человек формализует проблему в когнитивной сфере и, сняв множество неопределенностей, трансформирует ее в задачу.

2. Так же, на основе своих знаний, человек конструирует план решения этой задачи.

3. И, наконец, на основе своих знаний и с привлечением других ресурсов человек исполняет этот план в какой-то среде (реальной, виртуальной).

Таким образом, в общем процессе можно выделить три операции: формализация проблемы, конструирование плана, исполнение плана, которые следуют друг за другом со своими интегративными характеристиками. Эти интегративные взаимосвязанные характеристики обозначим соответственно через A, B, C. В рамках методологии SADT весь процесс решения человеком проблемы в модели может быть представлен как функционирующая система, которая трансформирует проблему в результат (рис. 1). В этой модели интегративные характеристики представлены параметрами: A, B, C, POL, CHL, S.

Через A, B, C соответственно обозначены формализационные, конструктивные, исполнительские способности человека, решающего проблему. Интегративные параметры POL, CHL характеризуют качество сформированности базы знаний человека с двух точек зрения: с точки зрения его информативной полноты, относительно решаемой проблемы и его конструктивной целостности. Параметр S – сложность проблемы, также является интегративным параметром. С субъективной точки зрения человека, решающего проблему, сложность этой проблемы формируется из трудностей SA, SB, SC, т.е. трудностей формализации проблемы, конструирования плана решения задачи, исполнения этого плана на практике [2].

Коротко (на принципиальном уровне), трансформация человеком проблемы в результат проходит следующим образом. Проблема сложности S на фоне его знаний трансформируется (через способность типа A) в задачу; задача на фоне знаний трансформируется (через способность типа B) в план решения задачи; план на фоне знаний и на основе других ресурсов трансформируется (через способность типа C) в результат. При этом, очевидно, каждый человек на актуальный момент времени имеет определенный уровень развития проектно-конструктивных, т.е. ABC способностей и качество сформированности системы своих знаний. Разумеется, чем выше уровень развития A, B, C способностей, и качество сформированности знаний (значение параметров POL, CHL), тем больше у него значение вероятности P(пол) положительно разрешить проблему сложности S. Формально, на принципиальном уровне, это значение вероятности при фиксированном значении S, может быть вычислено как значение функционала

$$P(\text{пол}) = F(A, B, C, POL, CHL, S). \qquad (1)$$

Таким образом, комплекс взаимосвязанных интегративных параметров POT = (A, B, C, POL, CHL) на актуальный момент времени определяет деятельностный потенциал человека, т.е. на вербальном уровне можно утверждать, что если POT больше S, то вероятность решить проблему велика [1, 2].

Эскизный проект развития ABC способностей на фоне знаний

В целом развитие ABC способностей на фоне системы знаний человека можно представить как процесс развития в пятимерном фазовом пространстве, принадлежащий когнитивной сфере этого человека. Фазовое пространство построено на пучке векторов A, B, C, POL, CHL (в строгом смысле, фазовое пространство будет псевдофазовым с учетом того, что эти вектора зависимые и не ортогональные). В этом фазовом пространстве (в дальнейшем мы не будем придерживаться этого строгого смысла) текущий деятельностный потенциал человека является целостной организацией и представлен в виде пентагона с конкретными значениями характеристических параметров: A = a, B = b, C = c, POL = pol, CHL = chl. В этом же фазовом пространстве, текущая проблема сложности SA = sa, SB = sb, SC = sc, также является целостной организацией, поэтому будет изображаться треугольником (рис. 2).

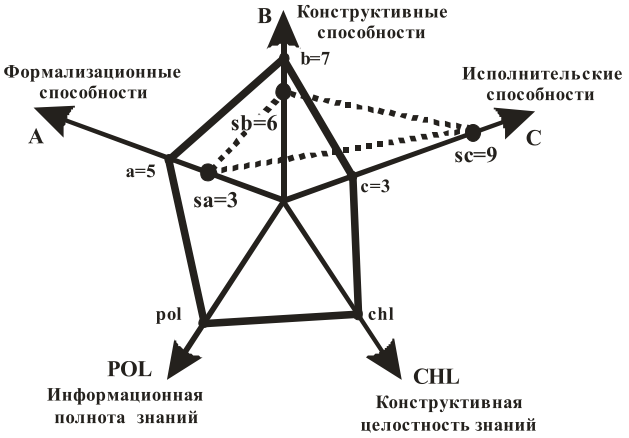


Рис. 2. Модель состояния развития ABC способностей на фоне знаний в фазовом пространстве

В динамике фазовая траектория развития проектно-конструктивных способностей человека будет состоять из цепочки деформирующихся пентагонов. То же самое происходит с траекторией потока проблем, т.е. поток будет состоять из цепочки деформирующихся, согласно их сложности, треугольников (рис. 3).

Отыскания значения вероятности положительного решения человеком с определенным деятельностным потенциалом проблемы с определенной сложностью (рис. 2) предлагается вычислять как геометрические вероятности по формулам

$$P(RA) = (1, \text{если } a > sa \text{ или } a/sa, \text{если } a < sa),$$

$$P(RB) = (1, \text{если } b > sb \text{ или } b/sb, \text{если } b < sb),$$

$$P(RC) = (1, \text{если } c > sc \text{ или } c/sc, \text{если } c < sc). \quad (2)$$

Через RA, RB, RC обозначены случайные события и их вероятности P(RA), P(RB), P(RC) успешно завершить следующие операции: формализацию проблемы, конструирование плана решения, исполнение (реализацию) плана. Значение шанса успешно разрешить проблему в целом обозначено через H (RA* RB*RC). Следует подчеркнуть, что шанс в рассматриваемом случае является оценкой вероятности, так как случайные события RA, RB, RC зависимы.

$$H(RA*RB*RC) = P(RA) * P(RB) * P(RC) * KZ,$$

$$KZ = SQR(POL * CHL), \quad (3)$$

где величина KZ – показатель качества знаний, который вычисляется как среднее геометрическое значения произведения POL * CHL.

Особо отметим, что переменные POL, CHL в вычислениях участвуют (значения их изменяется почти от 0 до 1), и они характеризуют проектно-конструктивный потенциал человека с точки зрения его знаний. В модели считается, что знания являются фоном (операционной средой) для развития ABC способностей и достигнутый уровень развития этих способностей уже предполагает KZ = 1. Это означает, что если человек при решении проблемы сложности (sa, sb, sc), с потенциалом (a, b, c) имеет P(RA) = 1 и P(RB) = 1 и P(RC) = 1, то у него KZ = 1, т.е. 100 % сформированные знания.

Рассмотрим пример, где в условных единицах заданы значения всех переменных, соответствующие ситуации на рис. 2, т.е. a = 5, sa = 3, b = 7, sb = 6, c = 3, sc = 9. Проведем вычисления и получим следующий результат: P(RA) = 1; P(RB) = 1; P(RC) = 1/3; KZ = 0,9; H(RA* RB*RC) = 1/3*0,9 = 0,3. Можно сделать вывод, что у человека, имеющего деятельностный потенциал (A = 5; B = 7; C = 3), шанс полностью решить проблему сложности (SA = 3; SB = 6; SC = 9) равен H(RA*PB*PC) = 30 % из возможных 100 %. Графическая интерпретация, рассмотренной ситуации приведена на рис. 2 [1, 2].

Математическая модель развития ABC способностей через учебную деятельность

Главной сложностью математического моделирования процесса обучения является то, что фактически основным его объектом выступает человек со всеми своими физическими, психологическими, социальными особенностями, сформированными под влиянием воспитания, окружающей среды и наследственных факторов. Законы, управляющие развитием личности человека, известны в настоящее время только на уровне понятий, этических и религиозных постулатов и никак не алгоритмизированы. Отсюда следует, что математическая модель учебного процесса может быть только моделью абстрактно-знакового типа [3], а в состав ее должны входить факторы допускающие количественные оценки, достоверность которых подтверждается результатами статистических наблюдений. Рассмотрим, каким требованиям должна удовлетворять упомянутая модель для того, чтобы быть содержательной и обладать необходимой полнотой.

Заметим прежде всего, что обучение как явление есть сложный многостадийный процесс, развернутый во времени, поэтому его математическая модель не может быть никакой иной кроме как динамической. Второе важное, на наш взгляд, обстоятельство – это форма контроля успеваемости (изменения ABC-способностей в ходе обучения). В автоматизированных обучающих системах, для управления которыми и предназначена разрабатываемая математическая модель, организация непрерывного контроля практически невозможна, а значит, время, как действующая переменная модели, должно быть дискретизировано и представлено в виде последовательности меток, связанных с контрольными точками (экзаменами, зачетами и т.п.).

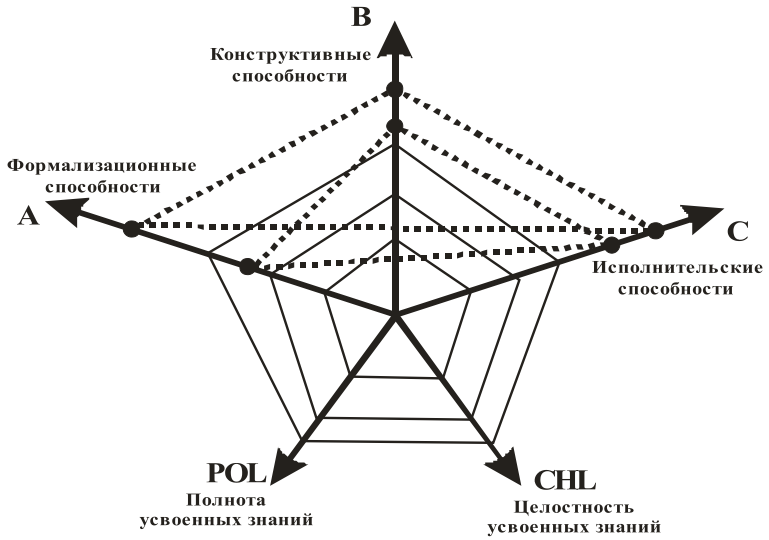


Рис. 3. Динамика развития деятельностного потенциала человека в его когнитивной сфере

Существенным для построения модели моментом является неразрывная связь ABC-способностей друг с другом в рамках каждой личности. Разумеется у различных людей преобладают разные способности, однако ни один тип способностей не может развиваться в совершенном отрыве от других. Известно и подтверждено многочисленными наблюдениями, что рост любого типа способностей подталкивает развитие остальных. К сожалению вид этой связи до настоящего времени остается неизвестным, а попытки ее количественной оценки не предпринимались. Разработанная математическая модель призвана указать возможный путь решения этой проблемы.

Как упоминалось выше, каждый человек обладает своим собственным спектром распределения способностей, а потому освоение компетенций и закрепление навыков у различных людей происходит поразному. Поэтому, когда имеет место постоянное и непосредственное общение обучаемого и педагога, обучение есть сугубо индивидуальный процесс, предполагающий возможность особого подхода к каждому ученику. Построение математической модели такого процесса – задача непреодолимой сложности. Таким образом область применения разработанной модели ограничена только цифровыми автоматизированными системами обучения, в которых контакты между обучаемыми и педагогом происходят опосредованно и возможность учета индивидуальных особенностей обучаемых практически исключена. По этой причине в качестве переменных, входящих в состав модели, использовались усредненные величины ABC-способностей, определенные статистически по материалам достаточно представительных выборок в контрольных точках. Именно эти значения, связанные с соответствующими метками времени, формируют траектории процесса обучения

$$\{A_t\};\ \{B_t\};\ \{C_t\}\ \ t=\overline{0,n}.$$

Кроме высказанных замечаний при построении модели были приняты следующие гипотезы:

1. Начальный уровень способностей всех обучаемых предполагается не ниже некоторых пороговых значений, т.е. $A_0 \geq \overline{A}$; $B_0 \geq \overline{B}$; $C_0 \geq \overline{C}$. Это может быть обеспечено организацией должного входного контроля в форме экзаменационных испытаний, тестов и т.п.

2. Будем считать заданным уровень способностей, который должен быть достигнут по завершении процесса обучения A^*; B^*; C^*. Он определяется рабочими программами изучаемых дисциплин и перечнем компетенций, подлежащих освоению. Естественно, что $A_n \geq A^*$; $B_n \geq B^*$; $C_n \geq C^*$.

3. Степень мотивации обучаемых предполагается высокой или, по крайней мере, достаточной для решения комплексов учебных проблем из зоны их ближайшего развития.

Результаты исследования и их обсуждение

В свете требований, сформулированных к модели и принятых гипотез, авторы сочли целесообразным выбрать для моделирования систему совместных регрессионных уравнений. В состав системы входят три уравнения по числу способностей, подлежащих развитию в ходе процесса обучения.

Структурная форма модели имеет вид

$$\begin{cases} A_t = k_1 + k_{11} * B_t + k_{12} * C_t + k_{13} * A_{t-1} + k_{14} * S_t \\ B_t = k_2 + k_{21} * A_t + k_{22} * C_t + k_{23} * B_{t-1} + k_{24} * S_t \\ C_t = k_3 + k_{31} * A_t + k_{32} * B_t + k_{33} * C_{t-1} + k_{34} * S_t \end{cases}, \quad (4)$$

где A_t – уровень формализаторских способностей в момент времени t; B_t – уровень конструктивных способностей в момент времени t; C_t – уровень исполнительских способностей в момент времени t; S_t – уровень сложности учебных проблем, предлагаемых обучающимся в момент времени t. В модели учтена взаимозависимость различных способностей друг от друга, связь текущего уровня способностей с предшествующими и введена переменная S_t,

определяющая интенсивность обучающего воздействия и, по сути дела, играющая в модели роль управления. Подобные модели широко применяются в эконометрических исследованиях [4], потому в данной работе сохранена принятая там терминология и методические приемы.

Предлагаемая модель относится к классу идентифицируемых моделей, к чему, собственно, и стремились авторы, поскольку это открывает наиболее благоприятные возможности ее практического использования. Идентифицируемость устанавливается согласно счетному правилу идентификации для каждого уравнения системы в отдельности по соотношению

$$H = D + 1, \quad (5)$$

где H – число эндогенных переменных, входящих в состав этого уравнения, т.е. таких переменных, которые имеются как в левых, так и в правых частях уравнений системы, в нашей модели это переменные A_t; B_t; C_t; D – число экзогенных переменных, имеющихся в составе уравнений модели, но отсутствующих в данном уравнении. К экзогенным относятся переменные, присутствующие только в правых частях уравнений. В данной модели это A_{t-1}; B_{t-1}; C_{t-1}; S_t.

В моделях такого типа наибольшую сложность представляет проблема идентификации – отыскания оценок параметров k_{ij}. Поскольку эндогенные переменные в разных уравнениях модели выступают в роли и зависимых и независимых, непосредственное применение процедуры метода наименьших квадратов для отыскания коэффициентов k_{ij} не позволяет получить их несмещенные оценки, что обесценивает результаты моделирования. Данное затруднение преодолевается с помощью косвенного метода наименьших квадратов. Алгоритм его довольно прост. Исходная модель преобразуется к приведенной форме, где все эндогенные переменные содержатся только в левых частях уравнений и зависят от одного и того же набора экзогенных переменных. Приведенная форма системы уравнений выполняет чисто вспомогательную функцию и самостоятельного значения не имеет. Коэффициенты приведенной формы находятся путем применения традиционного метода наименьших квадратов для каждого из уравнений приведенной формы системы в отдельности. Далее устанавливается функциональная связь между коэффициентами приведенной и структурной формы модели, с помощью которой определяются коэффициенты структурной формы. Известно [5, 6], что если структурная форма системы уравнений идентифицируема, то такая связь существует, хотя ее отыскание является отдельной и, как правило, непростой задачей, для решения которой не имеется универсальных рекомендаций. Рассмотрим последовательно все этапы реализации косвенного метода наименьших квадратов применительно к системе уравнений (4).

Прежде всего освободимся от свободных членов в уравнениях структурной формы k_1, k_2, k_3, путем перехода к стандартизированным переменным

$$U_t = \frac{A_t - \overline{A}_t}{\sigma_{A_t}}; V_t = \frac{B_t - \overline{B}_t}{\sigma_{B_t}}; W_t = \frac{C_t - \overline{C}_t}{\sigma_{C_t}}; Z_t = \frac{S_t - \overline{S}_t}{\sigma_{S_t}}. \quad (6)$$

Фактически эта операция эквивалентна процедуре нормирования, поскольку величины математических ожиданий новых переменных равны нулю, а среднеквадратичные отклонения – единице. Таким образом структурная форма модели для стандартизированных переменных имеет вид

$$\begin{cases} U_t = a_{11} * V_t + a_{12} * W_t + a_{13} * U_{t-1} + a_{14} * Z_t \\ V_t = a_{21} * U_t + a_{22} * W_t + a_{23} * V_{t-1} + a_{24} * Z_t \\ W_t = a_{31} * U_t + a_{32} * V_t + a_{33} * W_{t-1} + a_{34} * Z_t \end{cases}. \quad (7)$$

Коэффициенты уравнений системы (1) и (4) связаны соотношениями

$$\begin{gathered} k_{11} = a_{11} * \frac{\sigma_{A_t}}{\sigma_{B_t}}; k_{12} = a_{12} * \frac{\sigma_{A_t}}{\sigma_{C_t}}; k_{13} = a_{13} * \frac{\sigma_{A_t}}{\sigma_{A_{t-1}}}; k_{11} = a_{14} * \frac{\sigma_{A_t}}{\sigma_{S_t}}, \\ k_{21} = a_{21} * \frac{\sigma_{B_t}}{\sigma_{A_t}}; k_{22} = a_{22} * \frac{\sigma_{B_t}}{\sigma_{C_t}}; k_{23} = a_{23} * \frac{\sigma_{B_t}}{\sigma_{B_{t-1}}}; k_{24} = a_{24} * \frac{\sigma_{B_t}}{\sigma_{S_t}}, \\ k_{31} = a_{31} * \frac{\sigma_{C_t}}{\sigma_{A_t}}; k_{32} = a_{32} * \frac{\sigma_{C_t}}{\sigma_{B_t}}; k_{33} = a_{33} * \frac{\sigma_{C_t}}{\sigma_{C_{t-1}}}; k_{34} = a_{34} * \frac{\sigma_{C_t}}{\sigma_{S_t}}. \end{gathered} \quad (8)$$

Ниже представлена приведенная форма модели для системы со стандартизированными переменными (7)

$$\begin{cases} U_t = \delta_{11} * U_{t-1} + \delta_{12} * V_{t-1} + \delta_{13} * W_{t-1} + \delta_{14} * Z_t \\ V_t = \delta_{21} * U_{t-1} + \delta_{22} * V_{t-1} + \delta_{23} * W_{t-1} + \delta_{24} * Z_t \\ W_t = \delta_{31} * U_{t-1} + \delta_{32} * V_{t-1} + \delta_{33} * W_{t-1} + \delta_{34} * Z_t \end{cases}. \quad (9)$$

Параметры δ_{ij} определяются по материалам статических наблюдений обычным методом наименьших квадратов, процедура для реализации которого имеется в ряде пакетов прикладных программ, хорошо известных большинству пользователей.

Теперь осталось только установить связь между параметрами систем (7) и (9), т.е. найти преобразование, позволяющее выразить коэффициенты a_{ij} через коэффициенты δ_{ij}. Для всех задач, решаемых в технике косвенного метода наименьших квадратов, этот момент является самым нетривиальным и требующим в каждом конкретном случае индивидуального подхода.

Найдем представление коэффициентов первого из уравнений системы (7) через коэффициенты приведенной формы системы (9). Исключим из первого уравнения системы (9) экзогенные переменные V_{t-1} и W_{t-1}, которые не входят в первое уравнение структурной формы системы (9). С этой целью запишем второе и третье уравнения системы (9) в виде

$$\begin{cases} \delta_{22} * V_{t-1} + \delta_{23} * W_{t-1} = V_t - \delta_{21} * U_{t-1} - \delta_{24} * Z_t \\ \delta_{32} * V_{t-1} + \delta_{33} * W_{t-1} = W_t - \delta_{31} * U_{t-1} - \delta_{34} * Z_t \end{cases} \quad (10)$$

и выразим отсюда переменные V_{t-1} и W_{t-1}. После несложных преобразований получим

$$V_{t-1} = \frac{(V_t - \delta_{21} * U_{t-1} - \delta_{24} * Z_t) * \delta_{33} - (W_t - \delta_{31} * U_{t-1} - \delta_{34} * Z_t) * \delta_{23}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}},$$

$$W_{t-1} = \frac{(W_t - \delta_{31} * U_{t-1} - \delta_{34} * Z_t) * \delta_{22} - (V_t - \delta_{21} * U_{t-1} - \delta_{24} * Z_t) * \delta_{32}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}}. \quad (11)$$

Подставим полученные результаты в первое уравнение системы (9)

$$U_t = \delta_{11} * U_{t-1} + \delta_{12} * \frac{(V_t - \delta_{21} * U_{t-1} - \delta_{24} * Z_t) * \delta_{33} - (W_t - \delta_{31} * U_{t-1} - \delta_{34} * Z_t) * \delta_{23}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}} +$$

$$+ \delta_{13} * \frac{(W_t - \delta_{31} * U_{t-1} - \delta_{34} * Z_t) * \delta_{22} - (V_t - \delta_{21} * U_{t-1} - \delta_{24} * Z_t) * \delta_{32}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}} + \delta_{14} * Z_t. \quad (12)$$

Легко заметить, что уравнение (12) имеет в своем составе переменные U_t; U_{t-1}; V_t; W_t; Z_t, т.е. именно те, что содержатся в первом стандартизированном уравнении структурной формы модели системы (7). Это позволяет получить выражение параметров данного уравнения через коэффициенты δ_{ij}.

$$a_{11} = \frac{\delta_{12} * \delta_{33} - \delta_{13} * \delta_{32}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}}; a_{12} = \frac{\delta_{13} * \delta_{22} - \delta_{12} * \delta_{23}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}};$$

$$a_{13} = \delta_{11} + \frac{\delta_{12} * \delta_{31} * \delta_{23} - \delta_{12} * \delta_{21} * \delta_{33} - \delta_{13} * \delta_{22} * \delta_{31} + \delta_{13} * \delta_{32} * \delta_{21}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}};$$

$$a_{14} = \delta_{14} + \frac{\delta_{12} * \delta_{34} * \delta_{23} - \delta_{12} * \delta_{24} * \delta_{33} - \delta_{13} * \delta_{22} * \delta_{34} + \delta_{13} * \delta_{32} * \delta_{24}}{\delta_{22} * \delta_{33} - \delta_{32} * \delta_{23}}. \quad (13)$$

Опустим технические подробности и запишем соотношения, выражающие параметры второго и третьего уравнений системы (7) через коэффициенты приведенной формы (9).

Коэффициенты второго уравнения:

$$a_{21} = \frac{\delta_{21} * \delta_{33} - \delta_{23} * \delta_{31}}{\delta_{11} * \delta_{33} - \delta_{31} * \delta_{13}}; a_{22} = \frac{\delta_{11} * \delta_{23} - \delta_{21} * \delta_{13}}{\delta_{11} * \delta_{33} - \delta_{31} * \delta_{13}};$$

$$a_{23} = \delta_{22} + \frac{\delta_{21} * \delta_{32} * \delta_{31} - \delta_{21} * \delta_{12} * \delta_{33} - \delta_{23} * \delta_{32} * \delta_{11} + \delta_{23} * \delta_{12} * \delta_{31}}{\delta_{11} * \delta_{33} - \delta_{31} * \delta_{13}};$$

$$a_{24} = \delta_{24} + \frac{\delta_{21} * \delta_{34} * \delta_{13} - \delta_{21} * \delta_{14} * \delta_{33} - \delta_{23} * \delta_{34} * \delta_{11} + \delta_{23} * \delta_{14} * \delta_{31}}{\delta_{11} * \delta_{33} - \delta_{31} * \delta_{13}}. \quad (14)$$

Коэффициенты третьего уравнения:

$$a_{31} = \frac{\delta_{22} * \delta_{31} - \delta_{32} * \delta_{21}}{\delta_{11} * \delta_{22} - \delta_{21} * \delta_{12}}; a_{32} = \frac{\delta_{11} * \delta_{32} - \delta_{31} * \delta_{12}}{\delta_{11} * \delta_{22} - \delta_{21} * \delta_{12}};$$

$$a_{33} = \delta_{33} + \frac{\delta_{31} * \delta_{12} * \delta_{23} - \delta_{31} * \delta_{22} * \delta_{13} - \delta_{32} * \delta_{11} * \delta_{23} + \delta_{32} * \delta_{21} * \delta_{13}}{\delta_{11} * \delta_{22} - \delta_{21} * \delta_{12}};$$

$$a_{34} = \delta_{34} + \frac{\delta_{31} * \delta_{12} * \delta_{23} - \delta_{31} * \delta_{22} * \delta_{14} - \delta_{32} * \delta_{11} * \delta_{23} + \delta_{32} * \delta_{21} * \delta_{13}}{\delta_{11} * \delta_{22} - \delta_{21} * \delta_{12}}. \quad (15)$$

После того как коэффициенты структурной формы модели определены для стандартизированных переменных, с помощью формулы (8) находят коэффициенты k_{ij} структурной формы модели (4) в натуральных переменных.

Вариантов использования данной модели может быть предложено несколько:

1. После прохождения входного контроля и выяснения начального уровня способностей $A_0; B_0; C_0$, модель можно использовать для разработки карты учебного процесса, т.е. для отыскания степени сложности учебных проблем и распределения их по этапам так, чтобы по окончании обучения ABC-способности достигли уровня достаточного для освоения компетенций, предусмотренных стандартом образования. Эта карта может быть доведена до сведения обучаемого с тем, чтобы он мог взвесить свои возможности и рационально распределить силы.

2. Модель позволяет находить минимально допустимый уровень начальных способностей $\overline{A}_0; \overline{B}_0; \overline{C}_0$ при котором возможно достижение требуемого конечного результата. Эта позволит объективизировать процесс отбора обучаемых и сократить до минимума отсев непосредственно в ходе учебного процесса.

3. С помощью данной модели имеется возможность получить количественную оценку эффектов взаимовлияния различных способностей друг на друга, что, по мнению авторов, представляет большой научный интерес. Следует, однако, отметить, что для разных специальностей параметры модели, характеризующие эффекты влияния, могут быть существенно различны. Особенно ярко это должно проявляться для точных и прикладных наук и дисциплин гуманитарного направления.

Следует отметить, что проверка адекватности модели в целом и оценка значимости отдельных ее параметров выполнялась с использованием критериев Фишера и Стьюдента по известным статистическим методикам [4] и не содержит элементов новизны. Именно по этой причине авторы решили не приводить в тексте работы процедуру оценки адекватности.

Заключение

1. Выявлены интегративные параметры, которые положены в основу модели разви-

тия проектно-конструктивных способностей в псевдофазовом пространстве.

2. Предложен способ оценки вероятности успешного решения проблемы определенной сложности при известном деятельностном потенциале личности.

3. Разработана математическая модель развития деятельностного потенциала с использованием аппарата систем совместных регрессионных уравнений, которая может быть применена для построения целесообразной траектории развития.

4. Разработанная модель является ядром для создания цифровых технологий в SMART online системах.

Список литературы

1. Старыгина С.Д., Нуриев Н.К. Алгоритм численной оценки качества on-line курса // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 1. С. 55–60.

2. Обади А.А., Нуриев Н.К. Разработка динамической интеллектуальной карты освоения компетенций // Образовательные технологии и общество. 2018. № 2. С. 406–413.

3. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М.: Финансы и статистика, 1981. 246 с.

4. Елисеева И.И. Эконометрика. М.: Издательство Юрайт, 2012. 453 с.

5. Мельник В.В., Титаренко Б.П., Волочиенко В.А. Исследование систем управления. М.: Трикста, 2006. 352 с.

6. Валеев Н.Н., Аксянова А.В., Гадельшина Г.А. Анализ временных рядов и прогнозирование: учеб. пособие. Казань: Изд-во КГТУ, 2010. 160 с.

УДК 004.056

БЕЗОПАСНОСТЬ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ

Поляков Н.Н., Пуртинов А.М., Легконогих А.Н., Никишина Т.Г., Черкесова Л.В.
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: polyak_1995@mail.ru

В предлагаемой статье рассматриваются угрозы информационной безопасности, возникающие в современном мире, направленные на банковские и платёжные коммерческие системы, используемые во всём мире и в России в частности. Описаны схемы работы самых популярных российских банковских и платежных систем, использующих электронные деньги, и их возможные уязвимости, вызванные возрастанием денежных расчётов через интернет. Не все банковские устройства поддерживают биометрическое сканирование, поэтому возникает вопрос о том, каким образом огромное количество пользователей банковских платёжных систем может защитить свои персональные данные от несанкционированных действий (от взлома хакеров)? Для обеспечения безопасности платежей авторы предлагают использование дополнительной усложненной аутентификации – применение упрощенного криптографического токена, имеющего вид программного приложения и установленного на USB-устройство. Это позволит усилить безопасность на этапе аутентификации, так как программное приложение, генерирующее одноразовые пароли и проверяющее подлинность пользователя с помощью белого списка, способно устранить существующие уязвимости и бреши в информационной защите банковских, платёжных коммерческих систем. Цель исследований заключается в обеспечении безопасности аутентификации пользователей банковских, платёжных и коммерческих систем. Задача данной работы – проверка уязвимости этапа аутентификации в электронном кошельке пользователя и устранение найденных проблем с помощью создания криптографического токена на базе языка программирования Python и программного приложения Pinentry. Для решения такой задачи нужно рассмотреть: возможность кибератак на личные данные пользователя во время входа на сайт банковской или коммерческой платежной системы; создание дополнительной проверки с помощью случайно сгенерированного одноразового пароля на внешнем носителе; создание и формирование «белого списка» IP адресов пользователей.

Ключевые слова: платежные системы, атаки на платежные системы, аутентификация, Pinentry, криптографический токен, Python

SECURITY USER AUTHENTICATION PAYMENT SYSTEM

Polyakov N.N., Purtinov A.M., Legkonogikh A.N., Nikishina T.G., Cherkesova L.V.
Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: polyak_1995@mail.ru

In the offered article, the threats of informational safety, arising in the modern world, directed on the bank and commercial payment systems, using in all world and in Russia in particular, are considered. The circuits of operation of the most popular Russian banking and commercial payment systems, using electronic money (e–cash), and their possible vulnerability, called by increase of monetary calculations through the Internet, are described. Not all bank devices support biometric scanning; therefore there is question on how the huge amount of bank payment systems users can protect their personal data from not authorized operations (hackers breaking)? For support of payments safety, authors offer using of the additional complicated authentification – the application of simplified cryptography token which is looking like program application, and installed on USB – device. It will allow amplifying the safety at authentification stage as the program application generating of one – time keywords and checking (controlling) of user's authenticity with the helpness of white list, is capable to eliminate all existing vulnerabilities and gaps in the informational protection of banking and commercial payment systems. The purpose of investigations consists of providing authentification security of banking and commercial payment systems users. The problem of this work is vulnerabilities checking on the authentification stage in electronic purse of users. To eliminate the found problems is possible by means of cryptographic token creation on the base of programming language Python and program applications Pinentry. To solve this problem you need to consider: consideration of possible cyber attacks on the user's personal data during input on the site of banking or commercial payment system; creation of additional check control by means of casually generated one–time keyword on the external carrier; creation and formation of «white list» users IP addresses.

Keywords: payment systems, attacks on payment systems, authentication, Pinentry, cryptographic token, Python

Платежные системы – это звенья, обеспечивающие удобство проведения финансовых операций для клиентов банков.

В Российской Федерации на сегодняшний день самыми популярными являются:Visa International Service Association, Master Card International (WorldWide или Incorporated) и НСПК «МИР». *Visa* и *MasterCard* – ведущие международные платежные системы и обслуживаются по всему миру, «*МИР*» – это российская национальная платёжная система, которая является обязательной для всех работников государственных организаций [1].

В последние годы все большую популярность набирают расчеты через сеть Интернет. Они выполняются с помощью сайтов или клиентских приложений. Банки вырабатывают собственные системы безопасной аутентификации. Например, последняя разработка Сбербанка – Сбербанк ID.

Однако не все устройства поддерживают биометрическое сканирование, и возникает вопрос, каким образом огромной массе

пользователей можно защитить свои персональные данные. Для обеспечения безопасности платежей авторы предлагают использование дополнительной усложненной аутентификации – применение упрощенного криптографического токена, который будет иметь вид приложения и установлен на USB-устройство.

Цель исследования: обеспечение безопасности аутентификации пользователей банковских, платёжных и коммерческих систем.

Задача работы: проверка уязвимости этапа аутентификации в электронном кошельке и устранение найденных проблем с помощью создания криптографического токена на базе языка программирования Python и приложения Pinentry. Для решения такой задачи нужно рассмотреть возможные атаки на пользователя во время входа на сайт платежной системы, создать дополнительную проверку с помощью случайно сгенерированного одноразового пароля на внешнем носителе, а также сформировать «белый список» IP адресов.

Электронные платежные системы представляют собой сервисы, где можно завести личный кабинет с привязанным к нему электронным кошельком, в котором отслеживается движение электронных денег. Они позволяют проводить те же денежные операции, что и в случае с обычной банковской картой.

Популярные платежные сервисы в России [2]:

1. Яндекс.Деньги.
2. WebMoney.
3. QIWI (КИВИ).
4. PayPal.

Большинство систем являются не анонимными или частично анонимными. Оплату товаров через такие системы сегодня предлагает практически любой интернет-магазин. Для обеспечения безопасности своих клиентов платежные системы используют различные методы.

Например, в модели цифровых наличных, т.е. digitalcash, главной гарантией безопасности является стойкость криптографических протоколов, используемых при изготовлении цифровых денег, а также протоколы, регламентирующиеих использование. Цифровые деньги, как и наличные, содержат шаблонные сведения, обеспечивающие защиту от подделки. Такими данными могут быть: сведения о номинальной стоимости, эмитенте, серии, номере, а также элементы защиты от подделки путем заверения их цифровой подписью эмитента [3]. Но следует отметить, что создание и использование цифровых денег в нашем законодательстве пока не регламентируется, а значит – все операции с digitalcash осуществляются исключительно на договоренностях об использовании их как платежных средств. Это ставит под вопрос защиту клиентских данных от мошеннических атак, так как, если произойдет потеря данных – то доказать, что вы потеряли реальные деньги, будет очень сложно.

Нас интересует не юридическая сторона вопроса, а то, как клиент сможет защитить себя от перехватов данных и, следовательно, от потери собственных электронных денежных средств – сегодня этот вопрос актуален для всех.

Рассмотрим несколько наиболее популярных и масштабных платежных систем.

1. WebMoneyTransfer построен на основе использования электронных кошельков. Для проведения расчетов в системе используются учетные единицы, так называемые *титульные знаки*, которые являются для пользователя аналогом денег (WMR, WME, WMZ, WMU, WMY, WM-C и WM-D). WebMoney позволяет совершать переводы только между кошельками, имеющими одинаковую валюту [3].

2. Яндекс.Деньги. – основан на технологии платежной системы PayCash, использующей модель цифровых наличных. В отличие от других электронных кошельков разработчики использовали так называемую «платежную книжку». Ее главное достоинство – номинал, который подтверждается подписью банка. Это обеспечивает защиту от использование той же электронной валюты повторно. То есть при осуществлении оплаты банк проверяет и подтверждает, что приводимые виртуальные средства не использовались ранее.

3. PayCash – это система, которая позволяет хранить цифровую наличность непосредственно в электронных кошельках клиентов, совершенно независимо от сервера системы. С одной стороны, это обеспечивает более высокий уровень защиты электронных денег, а с другой стороны, если клиент теряет электронный носитель или на нем обнаруживаются технические неполадки, не будет возможности восстановить потерянные средства. Но с точки зрения безопасности она превосходит традиционные системы оплат, такие как платежные карты [3].

4. Система RUpay создана упростить систему переводов и мгновенно совершать сделки между пользователями не только внутри страны, но и на международном уровне. Еще один плюс данной системы – возможность интеграции с другими электронными кошельками, то есть с другими платежными системами. Клиент может оформить виртуальную карту Visa и распоряжаться ей че-

рез сервис PayPal (но его действие в России ограничено, так как он используется только для расчетов за покупки).

Проблемы безопасности платежных систем

В случае сетевых денег достаточно компрометации паролей и кодов безопасности, в результате атаки на компьютер пользователя, и деньги смогут украсть. Кроме того, неполадки с компьютером могут привести к потере полученных сертификатов безопасности, дающих доступ к электронному кошельку, либо самого электронного кошелька. В инструкциях по безопасности во всех платежных системах предлагаются определенные правила, соблюдение которых значительно снижает риски потерь электронной наличности.

Например, WebMoney предлагает дополнительную аутентификацию через мобильный телефон или электронную почту, а также использование одноразового ключа, который генерируется каждый раз при входе в личный кабинет. Но перехват данных позволяет злоумышленнику выполнять множество операций без дополнительного подтверждения.

Анонимность, которую обеспечивает эмитент, не привязывая свою подпись к конкретной цифровой купюре, становится уязвимостью для пользователя. Причиной является то, что этом случае пользователь может потерять деньги из-за атаки на устройство, с которого он осуществляет вход в платежную систему. Еще более опасны выходы через общественные сети.

Атаки на этапе аутентификации

Аутентификация – необходимая процедура для доступа к платежной системе. Сервис, которым пользуется клиент, берет на себя генерирование ключей и одноразовых паролей. Именно на данном этапе злоумышленник может начать получать необходимые ему данные для взлома электронного кошелька добросовестного пользователя [4].

Получить логин пользователя он сможет без проблем – перехват идентификатора сессии даст злоумышленнику все сведения о пользователе.

Когда пользователь заходит в свой электронный кошелек, ему присваивается номер (этот номер сохраняется в Cookie браузере и передаётся сайту при открытии каждой страницы) – для того, чтобы сохранить сведения о действиях в данной сессии. На сервере будет сохраняться файл, который отвечает за идентификацию пользователя. Если злоумышленник сумеет получить номер текущей сессии, то сможет выдать себя за добросовестного клиента и получить множество его данных (рис. 1).

Криптографический токен будет обеспечивать защиту от перехвата данной информации, когда злоумышленник будет пытаться стать посредником между клиентом и электронным кошельком. Примерно атака выглядит таким образом:

1. Расположившись на канале связи между пользователем и электронным кошельком, злоумышленник может перехватить запросы пользователя и отправить их на сайт – уже от своего имени.

```php
<?php
/*
протокол авторизации MAS
*/

session_start();
/*Праметры неавторизованной гостевой сессии*/
$_SESSION['nominee']='guest';            //индентификатор неаторизованной гостевой сессии (sid)
$_SESSION['ip']=getenv ("REMOTE_ADDR");    //определение и запись ip-адреса пользователя (ip1)
$_SESSION['timestamp']=time();            //временная метка начала протокола (t1)

require "config.php";           //подключение конфигурациоонного файла

/*вычисление хеша*/
$r = md5($k.$_SESSION['timestamp'].$_SESSION['ip']);

/*Вывод формы и передача скрипта*/
require "form.html";
echo $r;
echo " | ";
echo md5('user1_password');
echo " | ";
echo $REMOTE_ADDR;
?>
```

Рис. 1. Процесс получения файла сессии

```php
<?php
/*
протокол авторизации MAS
*/

/*Проверка старотвала ли гостевая сессия*/
if (! isset( $_REQUEST[session_name()] ))
{
echo "сессия не стартовала";
exit;
}

session_start();            //стартуем сессию
require "config.php";        //подключаем конфигурационный файл

/*Проверка получен ли ответ в допустимом временном интервале*/
if ( (time() - $_SESSION['timestamp']) > $access_interval)
{
echo "превышен временной интервал ответа";
exit;
}

/*Извлечение хеша пароля из БД*/
require "validate.php";        //подключаем файл с функцией для извленчения хеша пароля
if (validate($name) == "NULL")
{
echo "пользователь с таким именем не зарегистрирован";
exit;
}

if ( md5( md5($k.$_SESSION['timestamp'].$_SESSION['ip']).$name.validate($name)) == $r_type)
{
echo "Вы авторизированы";
exit;
}

echo "Пароль не тот";
```

Рис. 2. Процесс добычи логина

2. Злоумышленник может транслировать все действия пользователя, и сайт определяет его как своего клиента, так как он вводит необходимый пароль, который может знать только пользователь. В данном случае невозможно определить, что клиент не тот, за кого себя выдает, так как IP-источника идентичен на всех этапах протокола.

3. Для завершения атаки злоумышленнику достаточно выдать пользователю какую-нибудь ошибку HTTP и прервать связь. Клиент воспримет это как техническую неполадку или проблему с сервером (рис. 2).

Для того, чтобы обеспечить защиту от подобной атаки, необходимо изначально защитить себя от угрозы перехвата соединения. Решение, предлагаемое авторами – это создание приложения для клиентов, которое будет выступать посредником между кошельком и клиентом.

Шифрование PGP

В качестве меры безопасности при аутентификации используется пара ключей [5]. То, каким образом этот ключ защищен, и определяет эффективность его работы. Для аутентификации имеет перспективу шифрование PGP (рис. 3). Пользователь PGP создаёт ключевую пару: открытый и закрытый ключи. При генерации ключей задаются: их владелец (имя и адрес электронной почты), тип ключа, длина ключа и срок его действия. Открытый ключ используется для шифрования и проверки цифровой подписи. Закрытый ключ – для декодирования и создания цифровой подписи [6].

Приложение выступает в качестве протокола доверия, который подтверждает, что ключ, отправленный добросовестным пользователем, действительно принадлежит ему. То есть будет *недостаточно сведений* об *ID клиента*, правильной паре логин/пароль (которые, как мы показали выше, могут быть перехвачены злоумышленником). Приложение, предлагаемое нами, в данном случае является третьей стороной, которая свидетельствует и подтверждает, что не произошло подмены данных добросовестного пользователя.

Для этого приложение будет генерировать одноразовые пароли для доступа к закрытому ключу [7]. То есть невозможно будет создать цифровую подпись пользователя, не имея доступа к одноразовому паролю.

При каждом запросе парольной фразы необходимо будет ввести также и одноразовый пароль – его нужно дописать непосредственно к концу парольной фразы (не отделяя пробелом или какими-либо иными знаками). Введённый пароль тут же аннулируется: так, если пользователь

допустит опечатку в парольной фразе закрытого ключа, то при следующей попытке её ввода потребуется ввести уже следующий одноразовый пароль. Когда список паролей окажется пуст, какие-либо операции с закрытыми ключами станут недоступны, пока не будет сгенерирован новый список.

Схема работы криптографического токена

Листинг выглядит следующим образом (на базе Python) в простой форме вопрос/ответ:

<len_p> | <len_j> | JSON(<header>, <type>, <fields>, <files_meta>) | [binary]

len_p (8 bytes): Общая длина пакета.

len_j (8 bytes): Длина JSON-пакета.

header (list): Токен аутентификации auth (опционально) и версия приложения version.

type (str): Идентификатор пакета.

fields (list): Произвольный набор полей.

files_meta (dict): Отображение путь_файла->длина_файла.

binary (bytes): Конкатенированное содержимое файлов (опционально).

Удалённый ввод парольных фраз, по нашему мнению, должен быть реализован на основе специализированного приложения – прокладки Pinentry. Он выполняется по следующему протоколу:

server>gpg-agent: устанавливает в переменной окружения PINENTRY_USER_DATA (передаваемой через весь стек вызова gpg>gpg-agent>pinentry) сведения для установления IPC-канала, в том числе имя IPC-сокета и сеансовый ключ аутентификации.

gpg-agent>pinentry: вызывает pinentry, передавая переменную окружения PINENTRY_USER_DATA и инициализирует Assua–протокол.

server>pinentry: передаёт по IPC-каналу (UNIX-сокету) открытый сетевой сокет клиентского соединения непосредственно процессу pinentry.

pinentry>client: по предоставленному сетевому соединению посылает клиенту необходимые данные (текстовые строки и опции запуска, полученные от gpg-agent на этапе 2) для вызова стандартного приложения pinentry.

client: вызывает стандартное приложение pinentry и получает пользовательский ответ (в виде ответа Assuan-протокола).

client>pinentry: пересылает пользовательский ответ.

pinentry: выполняет «тревожные» команды, если введённая парольная фраза вызвала срабатывание каких–либо из них.

pinentry>gpg-agent: воспроизводит пользовательский ответ в начатом на этапе 2 Assuan-протоколе.

При вводе неверной парольной фразы цикл будет повторяться вновь и вновь, по требованию приложения.

Одноразовые пароли – это дополнительная мера безопасности для защиты закрытых ключей. После её активации, при использовании закрытого ключа, пользователь должен будет ввести короткий случайный пароль (из заранее сгенерированного списка) наряду с основной парольной фразой. Поскольку для каждой операции такой пароль уникален, то это препятствует использованию закрытого ключа со стороны злоумышленника, даже если он перехватит парольную фразу [8].

Рис. 3. Алгоритм шифрования PGP

Для использования данной функции, нужно активировать её в файле настроек сервера, или опцией --otp при запуске сервера. После этого нужно вызвать сервер с опцией --gen-otp и указать, какое число одноразовых паролей требуется сгенерировать. Чем длиннее будет список, тем реже его надо будет обновлять, но и тем больше операций сможет совершить наш противник (злоумышленник), если этот список окажется скомпрометирован. В любой момент можно сгенерировать новый список паролей; тогда все пароли, которые оставались в предыдущем списке, будут аннулированы; после генерации нового списка перезапуск сервера не требуется.

Если функция OTP включена, то при каждом запросе парольной фразы необходимо будет ввести также и одноразовый пароль – его нужно дописать непосредственно к концу парольной фразы (не отделяя пробелом или какими-либо иными знаками). Введённый пароль тут же будет аннулирован: так, если пользователь допустит опечатку в парольной фразе закрытого ключа, то при следующей попытке её ввода потребуется ввести уже следующий одноразовый пароль. Когда список паролей окажется пуст, какие-либо операции с закрытыми ключами станут недоступны, пока не будет сгенерирован новый список.

Белый список

Несмотря на то, что ввод дополнительного одноразового пароля увеличивает уровень безопасности соединения, тем не менее аутентификация проходит вне этого приложения. Для того чтобы исключить любое внешнее воздействие, необходимо создать «*белый список*» опций. Для него создается отдельный файл whitelist.conf, который должен располагаться в одном каталоге с конфигурационным файлом. Его формат достаточно прост и создается со следующими особенностями:

1. Строки, не начинающиеся со знака тире, игнорируются.

2. Каждая строка содержит один набор опций.

3. Набор может быть представлен одной опцией в короткой (с одним тире) или в длинной форме (с двумя тире), либо разделёнными пробелом несколькими опциями в короткой или длинной форме (в произвольном порядке).

4. Если набор содержит слова, не начинающиеся с тире, то они имеют следующее значение:

(a) Слово в квадратных скобках является произвольным параметром – опции в данном наборе считаются параметризуемыми параметрами.

(b) Слово без квадратных скобок является разрешённым значением параметра – опции в данном наборе считаются параметризуемыми параметрами и могут принимать параметр только в указанном значении. Если требуется разрешить несколько значений параметра, то их необходимо привести в этой же строке через пробел (поддерживаются кавычки и экранирование пробелов).

(c) Слово #NO_FILES в квадратных скобках устанавливает для данного набора опций флаг «без файлов» – в этом случае программа не будет рассматривать переданные аргументы командной строки в качестве имён файлов.

Заключение

На сегодняшний день ясно и понятно, что добросовестный пользователь банковских, платежных и коммерческих систем практически незащищен от возможных атак злоумышленников. Известна схема, по которой возможна утечка данных, что и происходит на практике.

Однако есть способ защитить добросовестных пользователей платёжных систем (банковских, коммерческих и др. систем, осуществляющих денежные операции) с помощью предложенного авторами программного приложения.

Предположим, что после работы добросовестный пользователь встречается с друзьями в кафе, подключается к общественной Wi-Fi сети и совершает покупки со своей банковской карты либо электронного кошелька. Спустя некоторое время с его счета исчезают все деньги. Но этого не произойдёт, если он будет использовать предложенное авторами приложение, так как в этом приложении обеспечивается несколько уровней безопасности: в начале сессии – ввод одноразового пароля, который хранится на внешнем устройстве и не сохраняется в кэшированных данных; затем – создание «*белого списка*», который обеспечит доступ к сессии только настоящих пользователей с проверенными адресами.

Список литературы

1. Федеральный закон от 27 июня 2011 г. № 161-ФЗ «О национальной платежной системе» (с изм. и доп. на 27.06.2018) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=115625&dst=100004#07070985803449295 (дата обращения: 25.05.2019).

2. Порублева Е.С., Гареева Г.А., Григорьева Д.Р. Электронные деньги и электронные платежные сервисы в России XXI века // Символ науки. 2018. № 1–2. С. 89–92.

3. Мусалаева С. А. Электронные деньги и платежные системы // Практическая силовая электроника. 2010. № 4. С. 206–208.

4. Комаров А. Современные методы аутентификации: токен и это все о нем! // T-Comm – Телекоммуникации и транспорт. 2008. № 6. С. 24–28.

5. Matthew Daniel Green. Cryptography for Secure and Private Databases: Enabling Practical Data-base Access without Compromising Privacy: dissertation. Baltimore. 2009. [Electronic resource]. URL: https://isi.jhu.edu/~mgreen/MatthewGreenPhDThesis.pdf (date of access: 25.05.2019).

6. A bad couple of years for the cryptographic token industry. [Electronic resource]. URL: https://blog.cryptographyengineering.com/2012/06/21/ bad-couple-of-years-for-cryptographic (date of access: 25.05.2019).

7. Ateniese G., Fu K., Green M., Hohenberger S. Improved Proxy Re-encryption Schemes with Applications to Secure Distributed Storage. ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC). 2006. Vol. 9. Is. 1.

8. Standage T. The Victorian Internet: the Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's On – line Pioneers (Pbk. ed.). N.Y.: Walker, 2007. P. 119.

УДК 65.011.5:661.63

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

Пучков А.Ю., Василькова М.А.

Смоленский филиал Национального исследовательского университета «МЭИ», Смоленск, e-mail: putchkov63@mail.ru, vasilkova_mariya00@mail.ru

Предметом исследования является вторичная переработка экологически небезопасных промышленных отходов. Представлены результаты системного анализа проблемы утилизации отходов апатит-нефелиновых руд, хранящихся в отвалах (хвостохранилищах) горно-обогатительных комбинатов, для оценки потенциала их использования в системах комплексной энергоресурсоэффективной и экологически безопасной переработки, включающей обжиговые машины конвейерного типа и руднотермические печи. Показано негативное влияние отходов апатит-нефелиновых руд на окружающую среду, выражающееся не только в захламлении больших площадей, прилегающих к горно-обогатительным комбинатам, но и химическом загрязнении почвы, подземных вод, воздушного бассейна за счет выветривания и образования мелкодисперсной пыли. Представлен подход к оценочному анализу физико-химических, гранулометрических, литологических и теплофизических характеристик отходов апатит-нефелиновых руд. Отмечена целесообразность их вторичного использования в многостадийном энергоресурсоэффективном химико-энерготехнологическом процессе промышленного производства фосфора. В нотации IDEF0 построена функциональная модель, отражающая декомпозицию процесса вторичного использования техногенных отходов горно-обогатительных комбинатов. В системе MatLAB разработана программа и представлен ее интерфейс для системы поддержки принятия решений, входящей в состав функциональной модели. В алгоритмическом обеспечении программы используется метод выбора недоминируемых альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения.

Ключевые слова: системный анализ, переработка техногенных отходов, экологическая безопасность, производство фосфора

SYSTEM ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF THE USE OF APATIT-NEFELINE WASTE WASTES OF MINING-PROCESSING COMBINATES

Puchkov A.Yu., Vasilkova M.A.

Smolensk Branch of National Research University «MPEI», Moscow, e-mail: putchkov63@mail.ru, vasilkova_mariya00@mail.ru

The subject of research is the recycling of environmentally hazardous industrial waste. The results of a system analysis of the problem of utilization of apatite-nepheline ores stored in dumps (tailing dumps) of mining and processing plants are presented to assess the potential of their use in integrated energy-efficient and environmentally friendly processing systems, including conveyor-type kiln machines and ore-smelting furnaces. The negative impact of apatite-nepheline ore wastes on the environment, which is expressed not only in cluttering large areas adjacent to mining and processing plants, but also in chemical pollution of soil, groundwater, and air due to weathering and the formation of fine dust. An approach to the evaluation analysis of physicochemical, particle size, lithological and thermal characteristics of apatite-nepheline ore wastes is presented. The expediency of their recycling in the multi-stage energy-efficient energy-chemical-technological process of industrial production of phosphorus is noted. In IDEF0 notation, a functional model was constructed reflecting the decomposition of the process of recycling man-made waste from mining and processing plants. The MatLAB system has developed a program and presented its interface for the decision support system, which is part of the functional model. The algorithmic support of the program uses the method of selecting non-dominated alternatives based on a fuzzy preference relation.

Keywords: system analysis, processing of industrial waste, environmental safety, phosphorus production

Минимизация экологического ущерба от производственной деятельности в современном мире выходит на первый план при рассмотрении возможности реализации инновационных проектов в том или ином регионе. В России вопросам экологии стали уделять одно из главенствующих мест, о чем свидетельствует принятый и утвержденный в январе 2019 г. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам проект «Экология». В проекте включающем в себя одиннадцать направлений деятельности и экологического мониторинга, особо подчеркивается важность вторичной переработки отходов производства и потребления.

Крупными источниками промышленных отходов являются горнопромышленные предприятия. Например, только по Мурманской области еще в 2015 г. объем минеральных отходов составлял примерно 8,8 млрд т [1]. Их отрицательное воздействие на экологию региона проявляется по нескольким направлениям: захламление значительных прилегающих к комбинату территорий; образование при выветривании мелкодисперсной, содержащей вред-

ные примеси пыли, что приводит к росту бронхо-легочных заболеваний [2]; загрязнение почвы и воды содержащимися в отходах ядовитыми соединениями, образующимися в результате переработки руды [3, 4]. Учитывая важность данной проблемы для Мурманской области, там, в 2013 г., местной администрацией был утвержден Перечень объектов накопленного экологического ущерба (с указанием местоположения и площади), а с 2014 г. реализуется программа ликвидации накопленного экологического ущерба.

Ситуация с отходами горнопромышленных предприятий является недопустимой не только с точки зрения экологической составляющей, но и с точки зрения эффективного использования минерального фосфорсодержащего сырья, которым является апатит, присутствующий в отвалах. Поэтому выработка общей стратегии управления отходами, налаживание ресурсоэнергоэффективной вторичной переработки отвалов горнопромышленных предприятий по обогащению апатит-нефелиновых руд представляет собой актуальную задачу, решение которой позволит не только уменьшить экологическое воздействие на окружающую среду, но и получить экономическую выгоду при применении многостадиного энергоресурсоэффективного химико-энерготехнологического процесса промышленного производства фосфора.

Цель исследования: оценка объемов отходов апатит-нефелиновых руд, хранящихся в отвалах (хвостохранилищах) горно-обогатительных комбинатов, а также оценки потенциала их использования в системах комплексной энергоресурсоэффективной и экологически безопасной переработки при промышленном производстве фосфора. Для достижения данной цели необходимо:

– оценить объемы и химический состав отходов апатит-нефелиновых руд, хранящихся в отвалах горно-обогатительных комбинатов России;

– в соответствии с принципами системного анализа выполнить декомпозицию задачи вторичной переработки отходов на основе методов функционального моделирования по стандарту IDEF0;

– предложить методы оценки целесообразности проведения мероприятий по вторичному использованию отходов апатит-нефелиновых руд в процессах промышленного производства фосфора;

– провести модельные расчеты для иллюстрации работоспособности предлагаемых методов в системах комплексной энергоресурсоэффективной и экологически безопасной переработки отходов апатит-нефелиновых руд при промышленном производстве фосфора.

Материалы и методы исследования

Месторождения апатит-нефелиновой руды сейчас открыты на Урале, Красноярском крае, Кемеровской области, Кузнецком Ала-Тау, Кольском полуострове (крупнейшее по объемам). Для этих горнопромышленных регионов существуют схожие экологические проблемы, одной из которых является наличие больших объемов отходов деятельности горно-обогатительных комбинатов, оцениваемых в миллиарды тонн [1, 5]. Рассматривая эту проблему с другой стороны, отходы можно считать поликомпонентными техногенными месторождениями (ТМ), содержащими вторичные минеральные ресурсы, которые должны вовлекаться во вторичную переработку. Например, по своему минеральному и химическому составу хвостохранилища ОАО «Апатит» представляют собой залежи нефелина, сфена, титаномагнетита, апатита. Концентрация оксида фосфора P_2O_5 в отвалах ОАО «Апатит» находится в пределах 0,3–0,5 %, получение кондиционного апатитового концентрата (39 % P_2O_5) проводится с помощью флотации [6], а это уже уровень, позволяющий организовывать экологически безопасный многостадийный процесс производства фосфора, включающий обжиговые машины конвейерного типа и руднотермические печи.

Комплексное освоение недр с целью эффективного вторичного использования хвостохранилищ должно базироваться на системном подходе. В его рамках учитываются не только объемы и физико-химический состав отходов, но также гранулометрические (относительное содержание частиц различных размеров независимо от их химического или минералогического состава), литологические (закономерности распределения пластов в отвалах) и теплофизические характеристики отходов апатит-нефелиновых руд [7]. Отметим, что при решении проблемы переработки техногенных отходов необходимо учитывать и несовершенство нормативно-правовой базы в этом вопросе, так как здесь регулирование ведется на основе двух законов – «О недрах» и «Об отходах производства и потребления», курируемых разными отраслями права.

Методы исследования в представляемой работе базируются на системном анализе проблемы использования ТМ апатит-нефелиновых руд для промышленного производства фосфора. На начальном этапе анализа выполняется декомпозиция общей проблемы на отдельные составляющие подзадачи с целью более глубокого понимания перечня необходимых процедур и конкретики их реализации.

В приводимом исследовании декомпозиция общей задачи оценки потенциала использования отходов апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов проводилась на основе стандарта IDEF0, предоставляющего нотацию функционального моделирования процессов. Первый уровень декомпозиции контекстной диаграммы функциональной модели рассматриваемой задачи оценки потенциала показан на рис. 1.

Представленное на рис. 1 разбиение сложной задачи на отдельные элементы позволяет, с одной стороны, еще на начальном этапе исследований определиться с ключевыми элементами, требующими учета и анализа, а с другой стороны – реализовать распараллеливание работ и добиться снижения временных

затрат на решение. Декомпозиция оценки потенциала использования техногенных отходов позволяет увидеть совокупность функций (процессов), которые требуется реализовывать при формировании окончательного решения при выборе направления вторичного использования ТМ.

Разнообразие задач приводит к необходимости применения мультидисциплинарного подхода, который в представленной схеме проявляется в виде математических моделей, входящих в верхние части функциональных блоков, что в стандарте IDEF0 подразумевает управление исследуемым процессом. Учитывая разнообразие задач анализа, отраженных на первом уровне декомпозиции общей проблемы использования отходов горно-обогатительных комбинатов (рис. 1), модели также будут представлять разные области знаний. В зависимости от вида отходов и предполагаемого дальнейшего их использования, а также сырья, которое их них будет добываться, конкретный вид обозначенных моделей может быть весьма широк. Рассматривая далее хвостохранилища апатит-нефелиновых руд, возможным вариантом их переработки можно считать получение фосфора из его оксида.

На сегодняшний день существует большая база моделей, посвященных теоретическим и практическим аспектам производства фосфора из отвалов апатит-нефелиновых руд, а также оптимизации энергопотребления этого процесса [8, 9].

Следует отметить, что входными (исходными) данными функциональной модели на рис. 1 может выступать не только информация из паспортов отходов горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, но и специализированные базы данных, такие, например, как банк данных техногенных месторождений (БДТМ), подготовленный Горным институтом Кольского филиала Академии наук.

Банк содержит данные, распределенные более чем по двадцати разделам: возможные направления использования отхода, его минеральный и гранулометрический состав, объем запасов, физико-механические свойства техногенного сырья, его химический состав, экологические свойства и другие [1]. Получаемая таким образом, из таких источников исходная информация может служить начальным материалом для дальнейшего комплексного анализа в соответствии с представленной моделью.

Блок проведения дополнительных исследований и анализов ТМ функциональной модели (рис. 1) предполагает возможность учета специфики использования отходов, в том числе обработку данных, представленных мнениями экспертов, содержащих дополнительные качественные характеристики как самих отходов, так и инфраструктуры местности их расположения, ситуации на внутренних и внешних рынках. Эти особенности информации приводят к необходимости применения формальных математических моделей, работающих с лингвистическими переменными, в частности моделей на основе методов нечеткой логики [10].

Блок агрегирования результатов частных анализов, в соответствии с принимаемыми критериями оптимальности, проводит оценку потенциала дальнейшего использования отходов по заданным направлениям. Укрупненно различные направления вторичного применения отходов можно выразить следующими вариантами: прямое использование без переработки; переработка, но без вторичных отходов; переработка с целью извлечения минеральных компонентов. Первые два направления на сегодняшний момент активно развиваются, но потребности в такой переработке невелики. Перспективным является третье направление, что определяется несколькими факторами, среди которых следует отметить снижение кондиций на добычу руд (поэтому старые пласты в хвостохранилищах обладают более высоким содержание минеральных компонентов), а также то, что добыча и производство концентрата из отходов оказывается намного экономичнее, чем при добыче и переработке бедных руд [1].

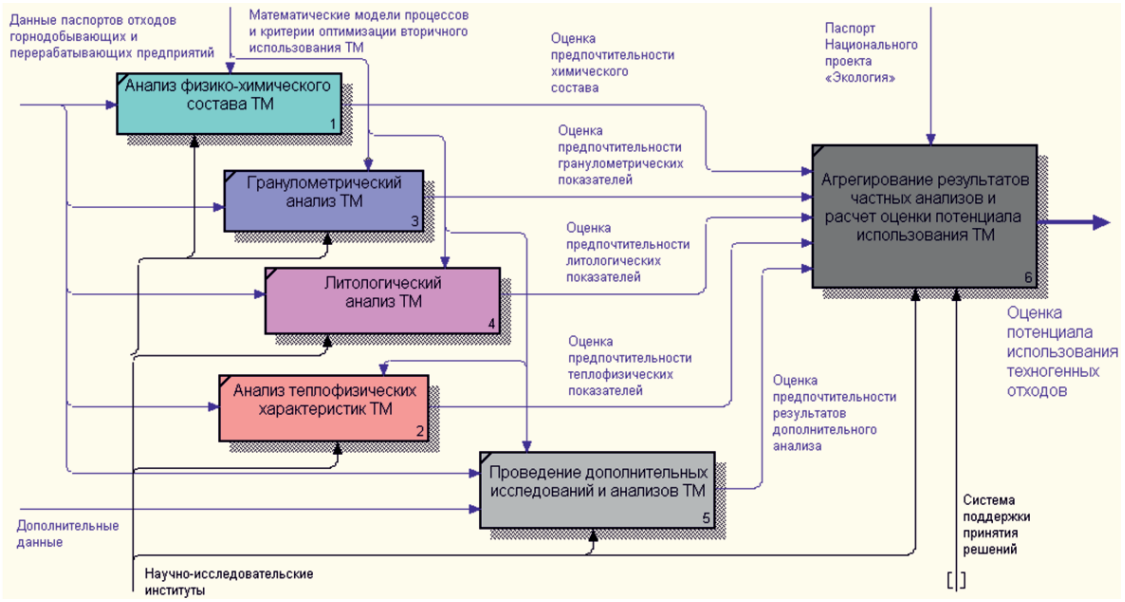


Рис. 1. Декомпозиция задачи оценки потенциала использования техногенных отходов

Система поддержки принятия решений (СППР) на рис. 1 обозначена как механизм, реализующий функцию блока, к которому подходит соответствующая стрелка. При выборе алгоритма работы СППР было учтена ранее принятая методология нечеткой логики, а также то, что варианты дальнейшего использования отходов могут не иметь явного преимущества. В соответствии с этим был задействован нечетко-логический метод многокритериального выбора недоминируемых альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Блоки модели, отражающие выполнение функций анализа (гранулометрического, литографического, дополнительного, физико-химического состава и теплофизических свойств), на своих выходах формируют оценки предпочтительности получаемых результатов в соответствии с выбранным критерием на основе применения математических моделей ТМ. Дальнейшая обработка происходит в блоке агрегирования частных результатов с помощью СППР. Предложенные методы функционирования СППР для выбора направлений переработки отходов ТМ были реализованы в программной среде MatLAB. Главная форма графического интерфейса СППР с результатами модельного примера представлена на рис. 2. Интерфейс программы отражает возможность осуществлять не только оценку потенциала вторичной переработки отходов апатит-нефелиновых руд, выражаемой матрицей оценок, но и проводить анализ чувствительности получаемых оценок к изменениям значений функций принадлежности направлений по критериям в диапазоне $[x - x\sigma, x + x\sigma]$, где x – изменяемое значение функции принадлежности критерия.

Заключение

В процессе проведенного исследования был выявлено, что объемы техногенных отходов апатит-нефелиновых руд горно-обогатительных комбинатов России в настоящее время превышают несколько миллиардов тонн, и проблема их вторичного использования стоит как никогда остро. Декомпозиция задачи оценки потенциала вторичной переработки отходов в рамках проведения системного анализа позволила обозначить основные функции, которые при этом необходимо обеспечить.

Представлено описание интерфейса разработанного программного обеспечения для СППР по оценке потенциала использования техногенных отходов апатит-нефелиновых руд, в алгоритмической основе которого лежит метод многокритериального выбора альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения.

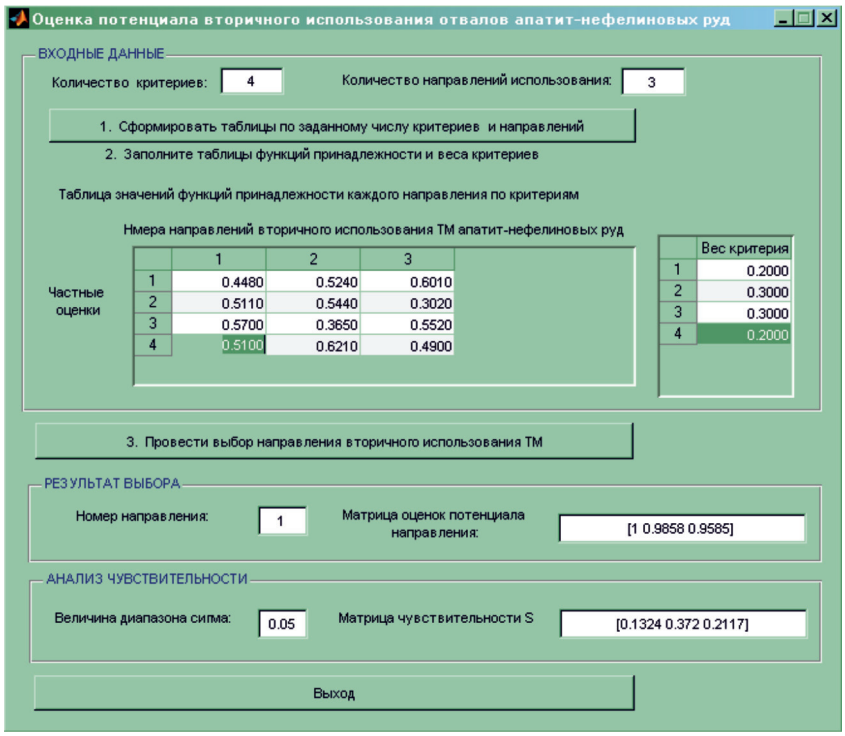


Рис. 2. Главная форма СППР оценки потенциала использования техногенных отходов

Предложенный подход к системному анализу проблемы переработки отходов горно-обогатительной промышленности и разработанное программное обеспечение могут быть применены для оценки потенциала и направлений использования техногенных месторождений различной структуры и минерального состава заинтересованными организациями и научными учреждениями.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-24094.

Список литературы

1. Архипов А.В. Техногенные месторождения. Разработка и формирование / Под науч. ред. акад. Н.Н. Мельникова. Апатиты: КНЦ РАН, 2017. 175 с.

2. Карначев И.П., Головин К.А., Панарин В.М. Вредные производственные факторы в технологии добычи и переработки апатит-нефелиновых руд Кольского Заполярья // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2012. Вып. 1. Ч. 2. С. 95–100.

3. Mekki A., Awali A., Aloui F. et al. Mine Water Environ. 2017. № 36. 502 p. DOI: 10.1007/s10230-016-0424-2.

4. Mekki A., Sayadi S. Water Air Soil Pollut. 2017. № 228. 215 p. DOI: 10.1007/s11270-017-3399-0.

5. Гершенкоп А.Ш., Хохуля М.С., Мухина Т.Н. Переработка техногенного сырья Кольского полуострова. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/v/pererabotka-tehnogennogo-syrya-kolskogo-poluostrova (дата обращения: 20.05.2019).

6. Иванова В.А., Митрофанова Г.В. Особенности флотации апатита из складированных отходов обогащения апатит-нефелиновой руды // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 5. С. 135–141.

7. Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П. Перспективы использования минерально-сырьевой базы Кольского полуострова для получения строительного щебня и песка // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов.Сыктывкар: Геопринт, 2007. С. 56–58.

8. Panchenko S.V., Meshalkin V.P., Dli M.I., Borisov V.V. Computer-visual model of thermophysical processes in electrothermal reactor. Tsvetnye Metally. 2015. № 4. P. 55–60.

9. Bobkov V.I., Fedulov A.S., Dli M.I., Meshalkin V.P., Morgunova E.V. Scientific basis of effective energy resource use and environmentally safe processing of phosphorus-containing manufacturing waste of ore-dressing barrows and processing enterprises. Clean Technologies and Environmental Policy. 2018. № 20 (10). P. 2209–2221.

10. Moradi M., Basiri S., Kananian A., Kabiri K. Kashani. Fuzzy logic mineral potential mapping for copper exploration using multi-disciplinary geo-datasets, a case study in seridune deposit, Iran/Earth Science Informatics, March 2015. V. 8. P. 197–205. DOI: 10.1007/s12145-015-0246-y.

11. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2004. 203 с.

УДК 004.3:007

МЕТОД ТОЧНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА НА ОСНОВЕ РАЗРЯДНОГО РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ

Ромм Я.Е., Белоконова С.С.

Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) РГЭУ (РИНХ), Таганрог, e-mail: romm@list.ru, belokonova@mail.ru

В статье представлен метод разрядного распараллеливания операций сравнения, ориентированный на применение в системах информационного поиска. Метод основан на алгоритме алгебраического сложения полноразрядных двоичных чисел, который не использует вычисление переноса. При сравнении применяется аналог дополнительного кода в двоичной системе счисления. Особенности метода позволяют строить его применение одновременно для сравнения чисел и элементов строкового типа. На основе метода могут идентифицироваться совпадающие фрагменты слов с логарифмической оценкой временной сложности. Основная алгоритмическая схема видоизменяется для выполнения параллельного по битам суммирования полноразрядных двоичных полиномов. Полученный сумматор выполняет полное сложение с логарифмической от числа разрядов слагаемых оценкой временной сложности. При этом сумматор состоит из квадратичного от числа разрядов количества логических элементов. Отмечаются возможности применения предложенного метода для ускорения операций поиска, вставки, замены в двоичных и декартовых деревьях структур данных, указаны другие возможные области использования, включая идентификацию бинарных изображений и их фрагментов. Структура предложенных алгоритмов битового распараллеливания делает возможным их применение для повышения точности вычислительных операций за счет удлинения разрядной сетки представления операндов и сокращения потерь значащих цифр в операциях с плавающей точкой.

Ключевые слова: разрядное распараллеливание сложения двоичных чисел, поразрядно-параллельное сравнение слов, параллельная идентификация фрагментов строк, логарифмическая временная сложность сумматора

ACCURATE METHOD OF INFORMATION RETRIEVAL BASED ON BIT PARALLELISM

Romm Ya.E., Belokonova S.S.

Taganrog Institute of A.P. Chekhov (branch) RGEU (RINH), Taganrog, e-mail: romm@list.ru, belokonova@mail.ru

The paper presents a method of bit parallelization of comparison operations focused on the information retrieval systems usage. The method is based on the algebraic addition algorithm for single-digit binary numbers without using transfer computation. When comparing, the equivalent of additional code is used in the binary number system. The features of the method allow to implement it in order to compare numbers and elements of string type simultaneously. On the basis of the method, similar fragments of words with logarithmic estimation of time complexity can be identified. The main algorithmic scheme is modified to perform bit-parallel summation of full-bit binary polynomials. The resulting integrator performs a complete addition to the logarithmic estimation of time complexity on the number of digits of the components. In this case, the integrator consists of a quadratic number of bits of the number of logical elements. The possibilities of the proposed method implementation for speeding up the operations of searching, inserting, replacing data structures in binary and Cartesian trees are noted, other possible uses are indicated, including the identification of binary images and their fragments. The structure of the proposed algorithms of bit parallelization makes it possible to use them to improve the accuracy of computational operations by extending the bit grid of operand representation and reducing the loss of significant numbers in floating-point operations.

Keywords: bit parallel addition n-digit numbers, bit-parallel comparison of words, parallel identification of line fragments, logarithmic time complexity of the integrator

Ускорение, улучшение качества и повышение точности информационного поиска актуально для существующих и проектируемых информационных систем [1, 2]. В качестве алгоритмической основы улучшения поиска в рассматриваемом аспекте остается не раскрытым потенциал битового (разрядного) распараллеливания операций сравнения элементов строкового типа. С целью раскрытия этого потенциала в статье излагается максимально параллельное по разрядам операндов выполнение арифметического сложения чисел с учетом знака операндов. Способ отличается тем, что после элементарного предварительного преобразования операции вычисления переноса в нем становятся взаимно независимыми, отделяются друг от друга, выполняются синхронно по всем разрядам [3, 4], при этом не используются традиционные логические схемы вычисления переноса. Детально излагается распространение этого способа на случай параллельного по битам сравнения чисел и слов строкового типа. В результате представлены основы максимально параллельного выполнения базовых операций поиска, включая сравнение и сортировку. Предлагаемый способ сравнивается

по временной сложности и аппаратным затратам с известными схемами разрядного распараллеливания арифметических операций [5, 6], а также базовых операций в информационных системах, включая операции сравнения, поиска, замены [7–9] с учетом построения структур данных [10, 11]. Как частный случай применения способа дан алгоритм параллельного сложения полноразрядных операндов без вычисления переноса за логарифмическое от числа разрядов время при квадратичном количестве элементов. В [5] декларируется отсутствие прогресса в синтезе сумматоров в течение 40 лет. Ниже исследуется альтернативное построение: в [3, 4] дан алгоритм сложения за время $O(1)$ при абстрактно произвольном количестве разрядов слагаемых.

Преобразование параллельного по разрядам сложения для применения в информационном поиске

Преобразуемый метод сложения и его описание заимствуются из [3, 4]. Сущность метода в том, что после предварительного параллельного по разрядам шага все переносы становятся взаимно отделенными промежуточными нулями. Это дает возможность параллельного по разрядам одновременного преобразования, которое эквивалентно распространению переноса. При наличии параллельных битовых сумматоров время сложения формально имеет единичную оценку независимо от числа разрядов. Если соединить метод с параллельным преобразованием знаков, для этого используется аналог дополнительного кода, то возникает возможность сравнения слов, представленных в двоичном коде, с единичной оценкой времени независимо от длины слова. Для корректного представления преобразований необходимо краткое описание исходного метода. Метод заключается в следующем. Двоичные числа

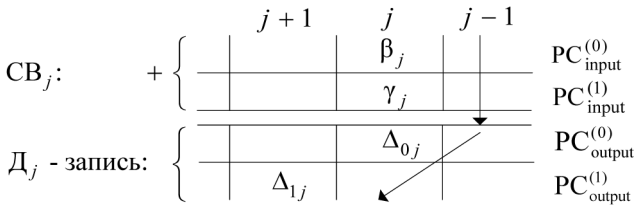
$$P_1 = \sum_{i=0}^{n} \beta_i 2^i, \quad P_2 = \sum_{i=0}^{n} \gamma_i 2^i, \tag{1}$$

где β_i, γ_i – двоичные коэффициенты 0 или 1, располагаются друг под другом согласно весу коэффициентов:

β_n	β_{n-1}	...	β_1	β_0	$\mathrm{PC}^{(0)}_{\mathrm{input}}$
γ_n	γ_{n-1}	...	γ_1	γ_0	$\mathrm{PC}^{(1)}_{\mathrm{input}}$

(2)

Здесь и ниже РС – разрядная сетка. Одновременно, взаимно независимо по индексам (2), выполняется сложение (по вертикали) $\beta_j + \gamma_j$ (CB_j). Битовая сумма записывается в виде $\beta_j + \gamma_j = \sum_{l=0}^{1} \Delta_{lj} 2^l$, $\Delta_{lj} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$, $j = 0,1,...,n$, по диагонали от j-го коэффициента ($\mathrm{Д}_j$-запись):



(3)

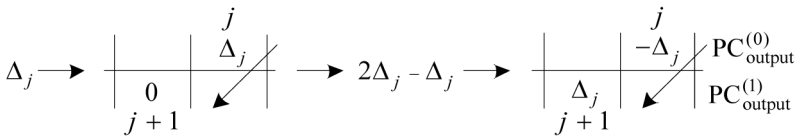
В двухрядном коде суммы слагаемых (1),

Δ_{n+1}	Δ_n	Δ_{n-1}	...	Δ_j	...	Δ_1	Δ_0	$\mathrm{PC}^{(0)}_{\mathrm{output}}$
∇_{n+1}	∇_n	∇_{n-1}	...	∇_j	...	∇_1	∇_0	$\mathrm{PC}^{(1)}_{\mathrm{output}}$

(4)

все переносы взаимно отделены парами вида $\begin{pmatrix} \Delta_k \\ \nabla_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$, в $\mathrm{Д}_j$-записи по диагонали от 1 из $\mathrm{PC}^{(0)}_{\mathrm{output}}$ в $\mathrm{PC}^{(1)}_{\mathrm{output}}$ может располагаться только 0 [4]. Оба факта – следствия сложения по вертикали не более двух единиц равного веса. Далее, в (4) каждое $\Delta_j \neq 0$ из $\mathrm{PC}^{(0)}_{\mathrm{output}}$ (и только

из $\mathrm{PC}^{(0)}_{\mathrm{output}}$) представляется в виде тождества $\Delta_j \equiv 2\Delta_j - \Delta_j$, правая часть которого размещается в порядке $Д_j$-записи



(5)

при всех возможных $j = 0,1,..., n$. Корректность преобразования (5) обосновывается отмеченным выше следствием [4]. Параллельное сложение битовых значений равного веса образует в $\mathrm{PC}^{(0)}_{\mathrm{output}}$ окончательную сумму P_1 и P_2 в однорядном коде. Примеры выполнения сложения изложенным способом будут даны ниже. Код суммы окажется знакоразрядным (значения разрядов $\mathrm{PC}^{(0)}_{\mathrm{output}}$ либо 0, либо +1, либо –1). Время сложения T при количестве элементов сумматора R составит

$$T = O(1), \quad R \approx 4(n+1) = O(n). \qquad (6)$$

Чтобы выполнять необходимое для поиска сравнение данных, следует представить и обосновать выполнение вычитания в границах рассматриваемого способа (перейти от арифметического сложения к алгебраическому – с учетом знака слагаемых). Для этого используется обратный код вычитаемого и восстановление правильного результата по аналогии с дополнительным кодом. Пусть от P_1 из (1) вычитается P_2. Для этого P_2 переводится в обратный код. Это равносильно тому, что вместо $P_1 - P_2$ выполняется $P_1 + (2^n + 2^{n-1} + 2^{n-2} + ... + 2^1 + 2^0 - P_2)$. Чтобы конечный результат был правильным, достаточно из него вычесть дополнительное слагаемое $\sum_{i=0}^{n} 2^i$. Поскольку $\sum_{i=0}^{n} 2^i = 2^{n+1} - 1$, из полученного результата достаточно вычесть $2^{n+1} - 1$ или сложить его с $-2^{n+1} + 1$. При этом сложение должно выполняться изложенным согласно (1)–(6) способом. Знак окончательного значения разности дает знак старшего ненулевого разряда. Время выполнения вычитания сохранит оценку (6) с точностью до константы, определяемой двумя дополнительными шагами.

Сравнение элементов (слов) строкового типа

Символы слова представляются в двоичной форме на основе ASCII-кода. В порядке расположения символов в двоичном коде слово интерпретируется как число вида (1). Согласно лексикографическому порядку сравниваемые слова выравниваются по первым слева направо символам. В процессе выравнивания пустые символа меньшего по количеству символов слова заменяются нулями. Остается сравнить два полученных числа изложенным выше способом. Пусть, например, сравниваются слова `'sky'` и `'sun'`. С выравниванием по первым символам получится:

```
01110011011010111011110 01
01110011011000010111011 10
```

В данном расположении из верхнего слова вычитается нижнее. Алгебраическая сумма примет вид

```
000000000000-1101100001-1011
```

В соответствии знаку старшего ненулевого разряда `'sky' < 'sun'`.

В [12] представлены результаты численного моделирования, показывающие, что с помощью изложенного метода могут идентифицироваться строки и текстовые фрагменты произвольного вида. Часть комплекса численного моделирования составляли двоичные полиномы вида (1), при их сравнении и при алгебраическом сложении слова выравниваются по младшему разряду. Численный эксперимент во всех рассмотренных случаях дал положительные результаты. С выравниванием порядков метод переносится на операции с плавающей точкой. Поиск по маске дает совпадение, если сравнение с маской влечет нулевую разность. Таким образом, поиск чисел и слов объединяется в общую алгоритмическую схему. Еще один способ построения единой схемы получается на основе поиска разности `abs(ord() - ord())` для строк и `abs(x - y)` для чисел. В [13] для этой цели используется сортировка слиянием по матрицам сравнений с хранимыми ссылками на элементы входных массивов. Нулевое значение `abs(x - y)`. В этом способе вычисляется приближенно с заданной границей погрешности. Если не учитывать время, требуемое для идентификации знака старшего ненулевого разряда, изложенное сравнение n-разрядных слов имеет временную сложность $T_{string\ com\ parison}(n) \approx 8\,\tau_{binary} = O(1)$, которая формально не зависит от n. Здесь и ниже τ_{binary} – время переключения логического элемента.

Однако идентификация знака сравнения – самостоятельная задача. Ее решение в конечном счете приводит к исключению знаков разрядов на входе и на выходе метода с построением алгоритмической схемы параллельного сумматора.

Алгоритм идентификации знака старшего ненулевого разряда

Знак старшего ненулевого разряда в знакоразрядном двоичном слове можно выделить, в частности, при помощи схем, представленных в [3, 4] и [11]. Ниже для этой цели предлагается алгоритм на основе схемы сдваивания [14]. Сдваивание выполняется для всей последовательности $n+1$ разрядов слова и необходимо включает старший разряд:

Операция $(a_i)\oplus(a_j)$, затем $(a_i^k)\oplus(a_j^k)$ подразумевает выбор и сохранение знака в зависимости от знака сдваиваемых бит. Именно, если $a_i \neq 0$, то узел сдваивания выбирает и сохраняет бит со знаком a_i, если $a_i = 0$ и $a_j \neq 0$, то в узле выбирается и сохраняется a_j, если $a_i = 0$ и $a_j = 0$, то выбирается и сохраняется 0. Алгоритм заканчивает работу на шаге первого соединения в узле сдваивания значения 0 старшего разряда (разряда с индексом n) с битовым значением $a_j^k \neq 0$. После останова алгоритм перемещает $a_j^k \neq 0$ обратно вдоль пути нуля старшего разряда. В результате в разряде с индексом n на входе схемы окажется искомое значение знака старшего ненулевого разряда. Временная сложность алгоритма определяется числом последовательных шагов:

$$T_{sign\ identification}(n) \le 2\lceil \log_2(n+1)\rceil \tau_{binary} = O(\log_2 n). \quad (7)$$

Необходимое дополнение заключается в том, что аналогичным способом можно поразрядно-параллельно выделить все совпадающие фрагменты двух строк. Именно, на первом шаге поразрядно-параллельного вертикального сложения $СВ_j$ двоичных кодов строк пары совпадающих фрагментов дают в $PC_{output}^{(0)}$ цепочки подряд расположенных нулей. Количество нулей цепочки равно числу бит совпавшего фрагмента, расположение цепочек соответствует расположению совпавших фрагментов.

Каждая отдельная цепочка нулей может быть идентифицирована с использованием схемы сдваивания, аналогичной представленной на рис 1. Для пояснения можно привести простой пример: выделяются совпадающие фрагменты слов `'КИТ'` и `'КОТ'`. Двоичный код сравниваемых слов:

```
110010101100100011010010
110010101100111011010010
```

В результате шагов (3)–(4) получится

```
  110010101100100011010010
+ 110010101100111011010010
  ------------------------
  00000000000001100000000   PC(0)output
 110010101100100011010010   PC(1)output
```

Цепочки нулей в $PC_{output}^{(0)}$ дают совпадение фрагментов слов.

С некоторыми оговорками, оценка временной сложности идентификации совпадающих фрагментов двух $(n+1)$-разрядных слов примет вид

$$T_{identification\ of\ all\ matches}((n+1)n/2) \le \lceil \log_2(n+1)\rceil \tau_{binary} = O(\log_2 n).$$

Возросшее по сравнению с (7) количество элементов $R = (n+1)n/2$ объясняется тем, что аналог схемы на рис. 1 строится для каждого разряда сравниваемых слов. Алгоритм аналога отличается тем, что сдваивание начинается от нулевого разряда, слева от которого ненулевой разряд, так же как схема на рис. 1 начинается от старшего разряда.

В $PC_{output}^{(0)}$ цепочки единиц будут означать все не совпадающие фрагменты слов, в примере – несовпадающие части кодов символов `'И'` и `'О'`.

Развитие данных алгоритмов приводит к алгоритму параллельного сложения, использование которого позволяет всю входную и выходную информацию для арифметических операций представлять в дополнительном коде, без использования знаков в значениях разрядов.

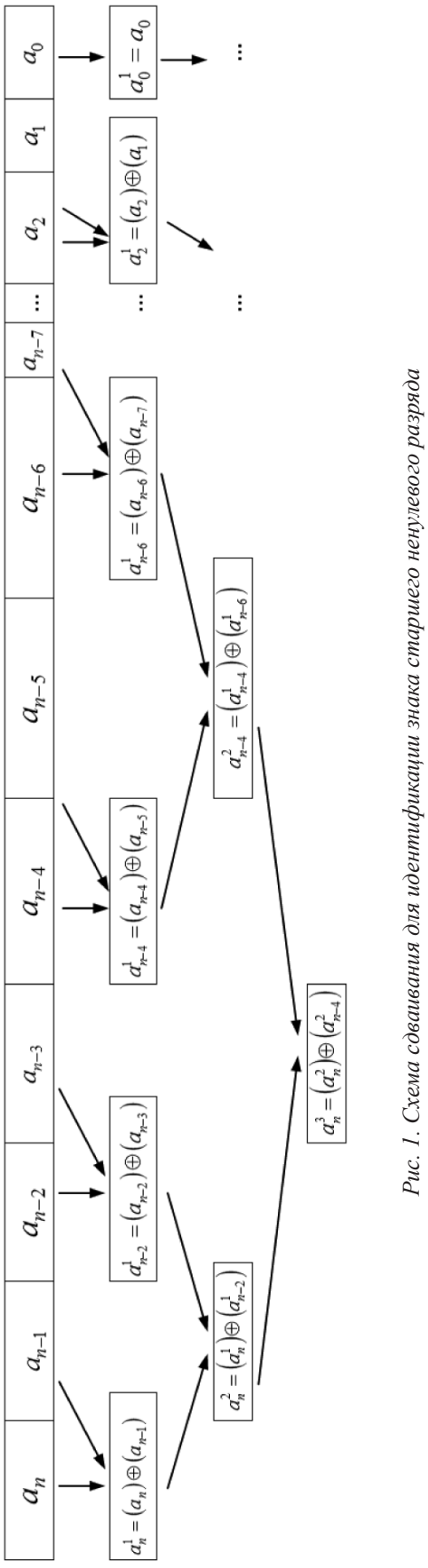


Рис. 1. Схема сдваивания для идентификации знака старшего ненулевого разряда

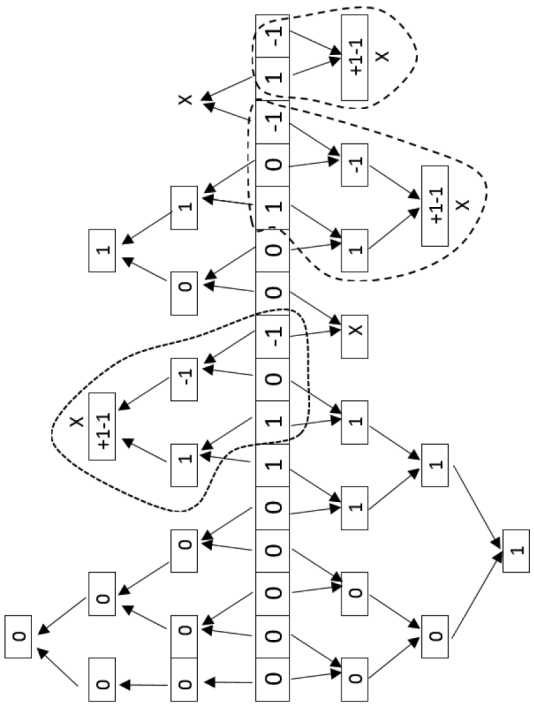


Рис. 2. Схема перевода знакоразрядного кода двоичной суммы в прямой код

Построение параллельного сумматора двоичных чисел

Пусть дана пара целых двоичных полиномов (1) и пусть над ними выполнены преобразования (2)–(5). В результате сумма получится в знакоразрядном двоичном коде, которую можно, как показано ниже, преобразовать в прямой двоичный код. Искомое преобразование удобно пояснить на примере.

Пример 1.

```
  0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
+ 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1
-------------------------------
  1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1
0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Над двухрядной суммой выполняется описанное ранее преобразование $\Delta_j \equiv 2\Delta_j - \Delta_j$, $j = 0, 1, ..., n$, значения разрядов $PC^{(0)}_{output}$ и $PC^{(1)}_{output}$ примут вид

```
 -1-1-1-1 0 0 0-1-1 0 0 0-1-1 0-1
+1 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0
```

Взаимно независимое суммирование разрядных срезов по вертикали влечет

$$0\,0\,0\,0\,0\,1\,1\,0\text{-}1\,0\,0\,1\,0\text{-}1\,1\text{-}1 \qquad (8)$$

Полученный в знакоразрядном коде результат представляет сумму двух чисел. Она получается с единичным порядком временной сложности (за фиксированное конечное число шагов, не зависящее от числа разрядов слагаемых). Чтобы представить эту сумму в прямом двоичном коде, нужно преобразовать каждую комбинацию вида $2^{m+1} - 1$ к виду $2^{m+1} - 1 = 2^m + 2^{m-1} + 2^{m-2} + \cdots + 2^1 + 2^0$, или, в позиционной системе, комбинацию вида 100...0 – 1 к виду 011...11. Алгоритм иллюстрирует схема, данная для примера 1, затем будут сделаны обобщающие пояснения. Следующая схема переводит код (9) в прямой двоичный код.

Поскольку все комбинации вида 100...0 – 1 взаимно отделены друг от друга (преобразование (2)–(4)) вследствие первого вертикального шага сложения промежуточной парой вертикальных нулей, то все такие комбинации взаимно независимы и могут быть преобразованы в прямой код параллельно. Именно так работают обведенные пунктиром фрагменты схемы преобразования на рис. 2. Алгоритм работы каждого фрагмента такой схемы инвариантен относительно вида и расположения преобразуемой комбинации двоичных цифр, он заключается в следующем. Делается общая для всех разрядов схема сдваивания, которая начинается с младшего разряда справа и отображается сверху вниз. Такая же схема, отображенная вверх, делается для всех разрядов, начиная со следующего после младшего разряда (со сдвигом на единицу влево предыдущей – нижней схемы). В схеме сдваивания допускается перемещение –1 только справа налево. Дерево, в котором она должна идти слева направо, блокируется на первом шаге запрещенного направления. Такая –1 пойдет справа налево, однако по параллельно работающей схеме, изображенной на рис. 2, симметричным отражением вверх со сдвигом на один разряд. В верхней схеме, так же как и в нижней, блокируется создание шагов сдваивания для всех –1, идущих слева направо. В разрешенной схеме (в поддереве) шаги сдваивания выполняются до получения корня поддерева, в котором зафиксируется комбинация +1, –1. Такая комбинация прекращает движение по поддереву и начинает в нем движение в обратном направлении. Обратное движение выполняется снизу вверх в нижнем фрагменте, сверху вниз – в верхнем. При этом –1 из корня поддерева параллельно по всем уровням поддерева, в котором она проходила путь, заменяет все элементы этого поддерева до начальных элементов включительно значением +1, за исключением элементов пути, уже занятых +1. С другой стороны, +1 из корня того же поддерева проделывает обратный путь вдоль своего ранее проделанного движения, заменяя на своем пути все пройденные элементы поддерева до начальных элементов включительно с +1на 0. В результате, путем замены исходной комбинации 100...0 – 1, в разрядной сетке суммы образуется искомая комбинация начальных элементов: 011...11.

Обратное перемещение двоичных коэффициентов от корня поддерева к исходным разрядным значениям можно реализовать многими способами. Для определенности условно подразумевается следующий способ. Все элементы всех поддеревьев (обоих деревьев – верхнего и нижнего) продублированы. Дублирующие элементы инициируется по мере прохождения сигнала по дублируемому элементу в прямом направлении, но открывают свой выход только в обратном направлении. Сигнал в обратном направлении передается только по дублирующим элементам. Изложенные преобразования выполняются одновременно во всех поддеревьях нижней схемы. Такие же преобразования выполняются одновременно во всех поддеревьях верхней схемы. Поскольку переносы не пересекаются, и все такие поддеревья верхней и нижней схемы взаимно отделены, на выходе алгоритма в разрядной сетке образуются полностью

положительная сумма в двоичной форме. В каждом поддереве, не имеющем в корне комбинации +1, –1, по определению исключается движение в обратном направлении, и его входная комбинация двоичных цифр в разрядной сетке не меняется. В результате выполненного преобразования знакоразрядного кода (9) получится искомый прямой код суммы:

0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1

Замечание 1. Изложенный перевод гарантирован для исходного способа сложения, априори взаимно отделяющего все переносы друг от друга парой вертикальных нулей после шага (4). В общем случае, без наличия взаимной отделенности переносов, перевести знакоразрядный код в прямой по предложенной схеме нельзя.

Замечание 2. С использованием описанной схемы параллельного сложения двоичных полиномов входные и выходные данные для арифметических операций окажется возможным представлять в дополнительном коде, без использования знаков в битовых значениях разрядов. Однако для этого необходимо устранить существенное затруднение. Именно после перевода по схеме на рис. 2 комбинаций вида 100...0 – 1 в комбинации вида 011...11 одна комбинация с отрицательной единицей может остаться не преобразованной. Это произойдет в том случае, если старший ненулевой разряд суммы окажется отрицательным, например если комбинация старших разрядов имеет вид 000...0 – 1. В этом случае отрицательную единицу нельзя обработать по предложенной схеме. Кроме того знак «–» нельзя закодировать, поскольку это не только знак суммы, но и знак одного значения разряда конкретно определенного веса (веса старшего ненулевого разряда). Можно различными способами пытаться разрешить это затруднение. Одно из простейших решений заключается в следующем.

Вариант 1. На выходе сложения отрицательная единица, если она появляется, окажется единственной. Ее можно отделить со своим разрядным весом в качестве дополнительного слагаемого (оно отрицательно, состоит из единственного ненулевого разряда). Такое отрицательное слагаемое ничто не мешает представить в обратном коде. В результате можно завершить сложение с использованием того же способа разрядного распараллеливания. Как нетрудно видеть, преобразованная мантисса не будет содержать отрицательных разрядов.

Вариант 2. Еще один способ формально не использует представление данных в дополнительном коде. После вычленения –1 в отдельное слагаемое в разряд этого слагаемого с индексом $n + 1$ записывается значение +1. Получается комбинация вида $2^{n+1} - 2^m = 2^n + 2^{n-1} + 2^{n-2} + \cdots + 2^{m+1} + 2^m$, где m – индекс разряда, содержащего неустраненное значение –1. Тогда все разряды в правой части тождества могут заменить все нулевые старшие разряды, а также разряд с –1, на цепочку из $n - m + 1$ положительных единиц. Чтобы значение окончательного результата оказалось правильным, достаточно вычесть добавленную +1 из разряда с индексом $n + 1$. Получается, что –1 в разряде с индексом $n + 1$ и цепочка из +1 в разрядах с индексами n, $n - 1$,..., $m + 1$, m эквивалентна исходному значению –1 старшего ненулевого разряда с индексом m. Эту комбинацию можно возвратить в исходный результат сложения. В окончательном коде –1 в разряде с индексом $n + 1$ может использоваться в качестве идентификатора знака результата, в то же время это именно значение разряда данного веса. Во всех разрядах с меньшими номерами отрицательных значений не останется. Более точно, преобразование сводится к следующему правилу. При наличии –1 в старшем ненулевом разряде с индексом $m \le n$ этот разряд и все слева от него разряды, до разряда с индексом n включительно, следует заменить на значения +1, а в разряд с индексом $n + 1$ записать значение –1. Если старший ненулевой разряд априори имел индекс $m = n + 1$ и был при этом равен –1, то разряд с индексом $n + 1$ не преобразуется и полученный код считается окончательным кодом суммы полиномов вида (1). Чтобы фактически не выполнять лишних операций, можно –1 старшего ненулевого разряда вычленить в отдельный ряд вместе с нулевыми старшими разрядами. Весь отрезок ряда слева, начиная с –1, параллельно заменяется значениями разрядов +1. Одновременно в разряд с индексом $n + 1$ записывается значение –1. Справа от исходного значения –1 остаются нули. Полученный ряд параллельно складывается с исходным рядом, из которого была вычленена отрицательная единица. Реализация каждого такого шага требует аппаратной поддержки и влечет соответственную задержку, которая имеет единичное значение, тогда как предшествующие преобразования измерялись логарифмическим числом шагов.

Вариант 3. Еще один способ заключается в том, что результат преобразования, описанный в варианте 2, можно получить на этапе работы схемы на рис. 2 с помощью незначительной модификации поддерева старших разрядов этой схемы. Именно, если в разряде с индексом $n + 1$ априори

находилось значение +1, поддерево схемы сдваивания, включающее этот разряд, работает без изменения, как изложено при описании схемы на рис. 2. Если же в разряде с индексом $n+1$ априори находилось значение 0, то вместо этого значения на вход поддерева схемы подается +1. Работа этого поддерева строится по общему правилу. Единственное исключение состоит в том, что в конце перемещения в обратном от корня направлении априорное значение 0 в разряде с индексом $n+1$ заменяется значением –1. В результате исходная комбинация старших разрядов 000...0 – 1 в разрядной сетке суммы заменится на искомую комбинацию –111...11, где –1 является значением разряда с индексом $n+1$.

Замечание 3. С модификацией варианта 3 время работы схемы сдваивания не изменится. Этот вариант наряду со способом сложения двоичных полиномов одновременно дает знак сравнения слов строкового, а также числового типа, представленных в двоичном коде.

Описание схемы выходит за рамки примера 1, с учетом замечаний 1–3 и вариантов 1–3 оно инвариантно относительно разрядности, входного кода слагаемых, наличия и вида преобразуемых комбинаций.

Оценка временной и схемной сложности параллельного сумматора

С выбором варианта 3 временная сложность предложенного алгоритма параллельного сложения чисел вида (1) будет иметь логарифмическую от числа разрядов оценку. В самом деле, число последовательных шагов в направлении корня в поддереве схемы сдваивания не превосходит $\lceil \log_2 i \rceil$, где i – количество входных разрядов, преобразуемых в поддереве. Число шагов в обратном направлении не превосходит того же значения. Все поддеревья схемы выполняют преобразования параллельно. Таким образом, временная сложность преобразования одновременно всех разрядов оценивается из соотношения $T(R) \le \max_i \lceil \log_2 i \rceil \tau_{binary}$, или, $T(R) \le \lceil \log_2 (n+1) \rceil \tau_{binary}$. Количество элементов сумматора R не превзойдет значения пропорционального $n+1$. Именно в поддереве нижней схемы количество сдваиваемых элементов R_i, рассматриваемых по уровням от корня, составит $2^0, 2^1, \ldots, 2^{\lceil \log_2 i \rceil - 1}$, где i – количество разрядов, преобразуемых в поддереве. Отсюда $R_i \le \sum_{\ell=0}^{\lceil \log_2 i \rceil - 1} 2^\ell$, или, $R_i \le 2^{\lceil \log_2 i \rceil} - 1$. В результате $R_i \le 2i - 1$. Поскольку комбинации преобразуемых входных элементов не пересекаются в $(n+1)$-разрядной сетке, то суммарное число элементов поддеревьев не превысит суммы тех значений i разрядов, множество которых покроет разрядную сетку. В итоге $R \le \sum_\ell R_{i_\ell} \le \sum_\ell 2i_\ell - 1$, где $\sum_\ell i_\ell = n+1$. Тогда $\sum_\ell R_{i_\ell} \le 2(n+1)$. Это количество элементов нижней схемы удвоится с учетом предположения о дублирующих элементах. Аналогично оценивается число элементов верхней схемы. Отсюда общее число элементов $R \le 8(n+1)$. Если теперь принять во внимание, что предварительные шаги (2)–(5) выполняются на $O(n+1)$ элементах за время $T(n) = O(1)$, то общая окончательная оценка временной сложности и числа элементов всего параллельного сумматора может быть представлена в виде:

$$T(n) = O(\log_2 n). \qquad (9)$$

Оценка (10) может быть получена путем непосредственного подсчета последовательных шагов общей схемы сдваивания, $O(\log_2 n)$, а также подсчетом числа элементов этой общей схемы, $O(n)$, поскольку оценивавшиеся поддеревья вырезались из конфигурации общей схемы и не меняли количество ее элементов.

Общий результат можно представить в следующей формулировке.

Предложение 1. На основе описанных выше схем алгебраическое сложение двоичных полиномов вида (1) может быть выполнено с временной сложностью (10). С такой же оценкой может быть выполнено сравнение слов строкового и числового типа, представленных в $(n+1)$-разрядном двоичном коде.

Представленная алгоритмическая схема сложения двоичных полиномов отличается от известных схем [5, 6], а также от [15] по структуре и тем, что относится к полному количеству разрядов слагаемых (1), достигая оценки (10). Преимущество обеспечивает использование предварительного шага параллельного по вертикальным срезам сложения слагаемых вида (1), что отсутствует в схемах, с которыми проводилось сравнение.

Области применения

Предложенные схемы могут найти применение при разработке систем информационного поиска. В основу выполнения операций сравнения могут быть положены сравнения с маской, которая состоит из символов на выделенных позициях слова, сравнения можно распространить на конечное множество масок данного вида. При этом в предложенных схемах рассматриваемые

операции могут распараллеливаться по разрядам всего множества слов исследуемых данных, представленных в векторизованной форме. Формально подход можно отнести не только к словам строкового типа, но с оговорками относительно ограничений технологического, технического, программного и структурного характера его можно распространить на различные объекты, представленные в двоичном коде. С использованием способов, описанных в [11], предложенные схемы применимы для ускоренного по сравнению с последовательными методами [7–9] построения и обработки древовидных структур данных. Предложенные схемы дают эквивалентное преобразование двоичных арифметических операций, позволяющее достигать ускорения относительно известных схем суммирования [6, 15] за счет максимального разрядного распараллеливания.

Заключение

Изложен способ разрядного распараллеливания операций сравнения строк и сложения двоичных полиномов. Способ отличается исключением вычисления переноса, поэтому не использует требуемые для выполнения переноса логические схемы. На этой основе могут максимально параллельно реализоваться базовые операции поиска, включая сравнение и сортировку. По структуре, временной сложности и аппаратным затратам предложенный способ улучшает известные схемы разрядного распараллеливания арифметических операций, а также схемы базовых операций поиска. Структура предложенных алгоритмов разрядного распараллеливания делает возможным их применение для повышения точности вычислительных операций за счет удлинения разрядной сетки представления операндов и сокращения потерь значащих цифр в операциях с плавающей точкой.

Список литературы

1. Царев Р.Ю. Структуры и алгоритмы обработки данных. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. 160 с.

2. Чернов А.Ф. Ускорение поиска в индексах на основе R-деревьев // Программные продукты и системы. 2012. № 2 (98). С. 46–50.

3. Ромм Я.Е. Метод вертикальной обработки потока целочисленных групповых данных. I. Приложение к бинарным арифметическим операциям // Кибернетика и системный анализ. 1998. № 3. С. 123–151.

4. Ромм Я.Е. Метод вертикальной обработки потока целочисленных групповых данных. II. Приложение к бинарным арифметическим операциям // Кибернетика и системный анализ. 1998. № 6. С. 146–162.

5. Held S. Spirkl S.T. Binary Adder Circuits of Asymptotically Minimum Depth, Linear Size, and Fan-Out Two. ACM Transactions on Algorithms (TALG). January 2018. Vol. 14 Issue 1, Article No. 4.

6. Балака Е.С., Городецкий Д.А., Рухлов В.С., Щелоков А.Н. Разработка высокоскоростных сумматоров по модулю на базе комбинационных сумматоров с параллельным переносом // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 6 (179). [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-vysokoskorostnyh-summatorov-po-modulyu-na-baze-kombinatsionnyh-summatorov-s-parallelnym-perenosom (дата обращения: 28.04.2019).

7. Алексеев В.Е. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений. Гриф УМО университетов РФ. М.: ИНТУИТ, 2014. 320 с.

8. Ахо А., Джон Э., Хопкрофт Д. Структуры данных и алгоритмы. М.: Вильямс, 2016. 400 с.

9. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. М.: ДМК Пресс, 2010. 272 с.

10. Гасанов Э.Э. Теория хранения и поиска информации // Фундаментальная и прикладная математика. 2009. № 3–15. С. 47–73.

11. Чабанюк Д.А. Преобразование информационных данных и двоичных структур с минимизацией временной сложности на основе алгоритмов сортировки: автореф. ... канд. техн. наук. Таганрог, 2018. 21 с.

12. Ромм Я.Е., Белоконова С.С. Моделирование разрядного распараллеливания сравнений строковых и числовых элементов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/122-21302 (дата обращения: 17.05.2019).

13. Ромм Я.Е., Белоконова С.С. Детерминированный информационный поиск на основе сортировки с распараллеливанием базовых операций. М.: Научный мир, 2014. 198 с.

14. Ромм Я.Е., Белоконова С.С. Параллельная идентификация совпадающих фрагментов строк с логарифмической временной сложностью // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 9–3. С. 437–444.

15. Chen F., Wang G., Chen G., He Q. (2013) A Novel Neural Network Parallel Adder. In: Rojas I., Joya G., Gabestany J. (eds) Advances in Computational Intelligence. IWANN 2013. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 7902. Springer, Berlin, Heidelberg.

УДК 004.891:004.9

ОТРАСЛЕВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАЯВОК В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНТОВ

Сироткин А.В., Старикова О.А.

Северо-Восточный государственный университет, Магадан, e-mail: andrew_sirotkin@mail.ru, star-olga@yandex.ru

Концептуализируется разработка автоматизированной системы распределения финансовых грантов, основанной на использовании искусственного интеллекта в части проведения экспертных оценок. Роль экспертов по оценке параметров заявки возлагается на автоматизированную систему, результатом работы которой является обобщённый показатель, учитывающий численные параметры соответствия заявки установленным критериям. В качестве предварительной процедуры предлагается использовать определение отраслевой принадлежности заявки, по результатам которой для проведения экспертной оценки будут выбраны критерии и процедуры, специфические для этой области знания. Процедура отраслевой идентификации основана на использовании тематической статистической модели, использующей фиксированные, заранее разработанные наборы ключевых признаков (идентификаторов), дополненные установленными для каждого ключа весами. Разработаны концептуальные модели процесса рассмотрения заявки на грант с помощью автоматизированной системы и математические модели для определения принадлежности заявки к определённой области знания. В качестве таких областей использованы классификаторы ГРНТИ, УДК и др. Степень соответствия заявки области знания устанавливается путем сопоставления множеств признаков, характеризующих области знания, и частоты вхождения их экземпляров в текст заявки. Сравниваются модели тематического анализа, в том числе векторная, и модели, учитывающие содержательное разнообразие и/или усреднённую длину текста. Представлен выбор одной области знания из нескольких, определённых в ходе идентификации.

Ключевые слова: тематический анализ, экспертная оценка, грант, заявка

BRANCH IDENTIFICATION OF DEMANDS IN THE AUTOMATED EXPERT SYSTEM OF DISTRIBUTION OF GRANTS

Sirotkin A.V., Starikova O.A.

North-Eastern State University, Magadan, e-mail: andrew_sirotkin@mail.ru, star-olga@yandex.ru

Conceptualizes working out of the automated system of distribution of the financial grants, based on use of an artificial intellect regarding carrying out of expert estimations. The role of experts according to demand parametres is assigned to the automated system which result of work is the generalised indicator considering numerical parametres of conformity of the demand to installed criteria. As preliminary procedure it is offered to use definition of a branch accessory of the demand by which results for carrying out of an expert estimation criteria and the procedures specific to this area of knowledge will be chosen. Procedure of branch identification is based on use of the thematic statistical model using fixed, in advance developed sets of key signs (identifiers), added with the scales installed for everyone key. By means of the automated system and mathematical models conceptual models of process of consideration of the demand for the grant are developed for definition of an accessory of the demand to certain area of knowledge. As such areas qualifiers GRNTI are used, UDC, etc. Degree of conformity of the demand of area of knowledge is installed by comparison of sets of the signs characterising areas of knowledge, and frequency of occurrence of their copies in the demand text. Models of the thematic analysis, including vector and the models considering a substantial variety and-or average length of the text are compared. The choice of one area of knowledge from several, defined during identification is presented.

Keywords: the thematic analysis, expert estimation, the grant, the demand

В настоящее время возросло количество задач, доверяемых решению автоматизированных экспертных системам. Следует отметить возрастание сложности задач и, как следствие, появление в них интеллектуальных систем, призванных решать задачи, основанные на неформализуемых или плохо формализуемых критериях, требующих использования не только знаний, но и систем, имитирующих работу эксперта, то есть его опыт, интуицию и пр.

Существуют задачи, решение которых требует анализа формализованных критериев наряду с неформализованными, относящихся к узкой области знаний или деятельности человека и общества, оценка принадлежности к которой также требует работы эксперта. К классу таких задач, например, можно отнести рассмотрение и удовлетворение заявок на проектное финансирование по отраслям деятельности, иначе называемое распределение грантов. Анализ и повышение эффективности решения таких задач имеют высокую актуальность, что отражается в работах исследователей, в частности [1].

В подобного вида деятельности практикуется привлечение экспертов, при том, что для этого класса задач не наблюдается широкого освещения в научной публицистике инфор-

мации о разработке и использовании искусственных систем, основанных на автоматизированных технических решениях. В силу этого возникает возможность формулирования задачи построения автоматизированной системы распределения грантов (АСРГ) с использованием системы искусственного интеллекта, работающей на основе разработанных шаблонов по отраслям знаний.

Работа эксперта по рассмотрению заявки на грант достаточно типизирована независимо от предметной области. Как правило, в современных условиях, с использованием *Web*-технологий, процесс удовлетворения заявки и взаимодействия с заявителем подчиняется сценарию, приведённому на рис. 1.

1. Заявитель самостоятельно направляет заявку грантооператору с использованием *Web*-формы.

2. Сотрудник грантооператора проводит первичную оценку заявки на соответствие базовым требованиям.

3. Эксперты проводят анализ заявки на соответствие требованиям и выносят частные решения об удовлетворении заявки.

4. Производится обобщение частных решений и принимается решение об удовлетворении заявки (как правило, сотрудником грантооператора).

5. Заявитель получает уведомление о результатах удовлетворения заявки.

Подобная модель действует для большинства предметных областей, различия могут быть в составе критериев, знаниях, используемых для оценки, а также в составе некоторых процедур оценки, характерных для конкретной отрасли.

Цель исследования: разработка автоматизированной информационной системы распределения грантов. Предметом исследования в рамках данной работы является разработка методики определения принадлежности заявки к конкретной области знания.

Для достижения поставленной цели был проведён анализ процесса рассмотрения заявки в моделях *AS-IS* и концептуализирован процесс автоматизированного рассмотрения в модели *TO-BE*.

Организационно-процессная модель удовлетворения заявки (на грант) Θ в модели *AS-IS*, задающая контекст отношений целевого процесса, может быть представлена следующим образом:

$$\Theta_{AS-IS} = \left\langle \Psi, \Omega_S, P_p, M_\Omega, Q_p, Q_M, O_M \right\rangle, \quad (1)$$

где Ψ – множество заявок, Ω_S – множество экспертов, P_p – множество процедур предварительной оценки (на соответствие требованиям), M_Ω – множество процедур экспертной оценки, Q_p – множество критериев для предварительной оценки (на соответствие требованиям), Q_M – множество критериев для экспертной оценки, O_M – множество численных оценок.

Рис. 1. Диаграмма поточной модели (AS-IS) процесса удовлетворения заявки на грант

Статическая модель эксперта в модели *AS-IS* может быть представлена следующим выражением

$$S_{AS-IS} \Rightarrow (k, \mathrm{Y}, \Phi), \qquad (2)$$

где k – идентификатор эксперта, Y – описание атрибутов эксперта, Ф – значение компетенции эксперта в соответствующей области знаний (фиксированное максимальное значение на текущий момент времени).

Исходя из модели (1–2) можно сделать предположение, что возможно построение универсальной системы распределения грантов, пригодной для использования в любой прикладной области, сопровождаемой кортежем

$$A = \langle \Lambda, M, Q_M, O_M, B \rangle, \qquad (3)$$

где Λ – база знаний и фактов для проведения экспертной оценки по не формализуемым или плохо формализуемым критериям, B – отраслевой шаблон экспертной оценки, который устанавливает процедурные различия для проведения оценки для различных предметных областей. Данная модель, в отличие от модели (1–2), содержит только одну процедуру экспертной оценки, поскольку в системе присутствует только один эксперт – АСРГ. Соответственно (3), организационно-процессная модель удовлетворения заявки (на грант) Θ в модели *TO-BE* может быть представлена следующим образом:

$$\Theta_{TO-BE} = \langle \Psi, P_p, M, Q_p, Q_M, O_M \rangle. \qquad (4)$$

Приняв данную модель, можно сформулировать задачу разработки универсальной АСГР, контекстная диаграмма которой представлена на рис. 2.

В пояснение к диаграмме были сформулированы следующие аргументы.

Основным процессом в данной области деятельности является процесс рассмотрения заявки. Отклонение заявки (её неудовлетворение) не является целью и может рассматриваться как отрицательный результат. Целью грантодателя является именно удовлетворение заявок, соответствующих по наборам критериев требованиям выделения средств. Поэтому следует акцентировать внимание на том, что именно удовлетворение, но не рассмотрение заявки является целью всего процесса.

Статическая модель критериев для проведения экспертной оценки Q_M может быть построена на множествах $|\Omega| = 1$ формализованных $\dot{E}_M$ и неформализованных $\ddot{E}_M$ критериев как

$$Q_M \Rightarrow (\dot{E}_M, \ddot{E}_M).$$

Статическая модель экспертных оценок O_M строится на основе множеств оценок по формализованным критериям $B_{\dot{E}_M}$ и множестве оценок по неформализованным или плохоформализованным критериям, требующим интеллектуальной оценки, $B_{\ddot{E}_M}$

$$O_M \Rightarrow (B_{\dot{E}_M}, B_{\ddot{E}_M}).$$

Модель процесса экспертного оценивания может быть построена как для традиционной модели (1–2), так и для АСРГ (3–4) при условии $|\Omega| = 1$. Её вид может быть представлен следующим кортежем:

$$M_\Omega = \langle \Psi, \dot{E}_M, \ddot{E}_M, R_{\dot{E}_M}, R_{\ddot{E}_M}, B_{\dot{E}_M}, B_{\ddot{E}_M} \rangle, \qquad (5)$$

где R – процесс оценивания на множествах $\dot{E}_M$ или $\ddot{E}_M$.

Рис. 2. Главная контекстная диаграмма «Работа универсальной АСРГ»

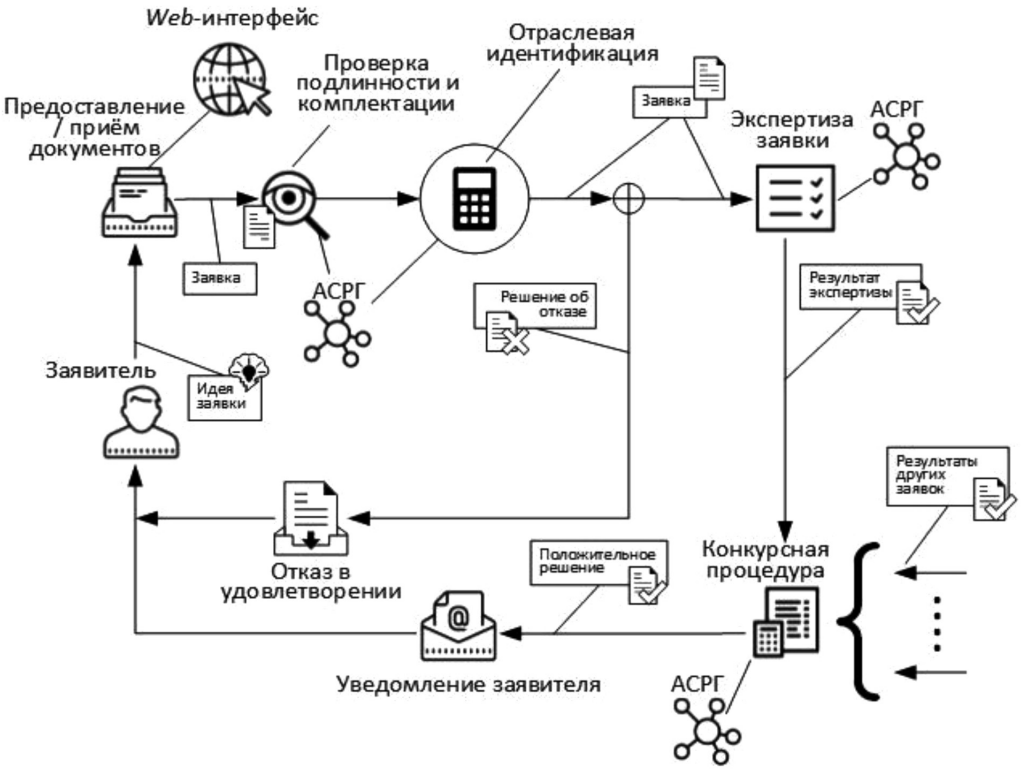


Рис. 3. Диаграмма поточной модели TO-BE работы АСРГ

Диаграмма поточной модели *TO-BE*, иллюстрирующая модель (5) для АСРГ, представлена на рис. 3.

Статическая модель оценки отдельной заявки может быть представлена выражением

$$\mathrm{H} \Rightarrow \left(\Psi, B_{\dot{E}_M}, B_{\ddot{E}_M}, f\right),$$

где f – функция свёртки обобщённого показателя, принимаемого к розыгрышу гранта. Соответственно модель розыгрыша может быть представлена следующим кортежем:

$$W = \left\langle \Psi, \mathrm{H}, G, w \right\rangle,$$

где G – множество грантов, w – функция выбора (конкурсная процедура).

Реализация модели (3) возможна только после определения отраслевой принадлежности заявки, для чего требуется соотнести поданную заявку с той или иной областью знания. Решение этой задачи возможно различными способами, в том числе методами тематического анализа, достаточно хорошо разработанными для различных документальных массивов.

Отраслевая идентификация может быть решена путём анализа соответствия содержания заявки неким признакам, например, отнесённых по областям знаний классификаторами ГРНТИ, УДК, ББК и др. Однако данный перечень не исчерпывает всех возможных признаков, поэтому реальная реализация системы может быть дополнена собственной, заранее разработанной, базой признаков, построенной на основе развешанных лингвистических ключей.

Предлагаемое решение не предусматривает машинного обучения и построения базы термов на основе анализа документов, как это применяется в общепринятой методологии *TF-IDF* (например, [2]) или в автоматизированных системах машинного обучения (например, [3] или [4]). Более того, мы предполагаем, что терминологическая база строго формализована для исключения неадекватного трактования предметной области заявки, как, например, предложено в [5].

Предположим, что сформирована база данных, содержащая некоторое множество L отраслей знаний, $|L| = n$, причём каждой области знания $l_i \in L$ поставлен в соответствие набор K_i признаков или ключевых слов $k_{ij} \in K_i, |K_i| = n_i$. Пусть R – множество поступивших заявок и $r_q \in R$. Относительно рассматриваемого множества R сопоставляем каждому признаку k_{ij} относительно заявки $r_q \in R$ величину w_{ij}^q, называемую

«весом». Кроме того, определяем частоты $f_{ij}^q = freq\left(k_{ij}, r_q\right)$ вхождений k_{ij} в r_q.

Далее выявляем значение частного показателя ind_i^q, устанавливающего степень соответствия области знания l_i заявке $r_q \in R$. Для этой цели возможно использование векторной модели (*vector space model*) метода *TF-IDF* [6] с учётом длины текста $\left|r_q\right|$:

$$ind_i^q = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} f_{ij}^q w_{ij}^q}{\left|r_q\right|}. \quad (6)$$

Для компенсации прямого влияния длины текста на величину *ind* можно использовать модель, учитывающую усреднённую длину текста W_{avg} [5]:

$$\overline{ind_j^q} = \frac{ind_i^q}{ind_i^q + 0,5 + 1,5\frac{\left|r_q\right|}{W}}, \quad W = W_{avg}. \quad (7)$$

Модель (7) также не лишена недостатков, в частности не учитывает содержательного разнообразия, за счёт чего многократное повторение одного и того же термина может значительно повысить показатель *ind*, не имея при этом весомых оснований для отнесения заявки к определённой отрасли знания. Для компенсации этого недостатка может быть предложена следующая модель, основанная на уравнении Шеннона:

$$\overline{\overline{ind_i^q}} = ind_i^q \times \sum_{j=1}^{n_i}\left(-p_{ij}^q \log_2 p_{ij}^q\right), \quad p_{ij}^q = \frac{f_{ij}^q}{\left|r_q\right|}.$$

При определении отраслевой принадлежности возможен случай, когда показатель *ind* имеет одинаковое максимальное значение более чем для одной области. В этом случае возникает как бы условие конкуренции отраслей знаний за заявку r_q. Пусть для некоторых показателей p_α и p_β запись $H(p_\alpha; p_\beta)$ означает, что показатель p_β не превосходит показатель p_α. Условие конкуренции для отраслей l_α и l_β можно выразить следующим правилом:

$$\forall i \quad H\left(ind_\alpha^q; ind_i^q\right) \wedge H\left(ind_\beta^q; ind_i^q\right).$$

Выявляем множество

$$L_1 = \left\{ l_\alpha \in L \mid \forall i\, H\left(ind_\alpha^q; ind_i^q\right)\right\}.$$

Если $\left|L_1\right| = 1$, то заявка $r_q \in R$ должна быть сопоставлена области знания l_α. В случае, когда $\left|L_1\right| > 1$, формируем множество

$$L_2 = \left\{ l_\alpha \in L_1 \mid \forall i\, H\left(\overline{ind_\alpha^q}; \overline{ind_i^q}\right)\right\}. \quad (8)$$

Множество L_2 с одной стороны, с большей степенью вероятности позволяет выявить требуемую область знания l_α, с другой стороны, как и в модели (8), позволяет уточнить полученный результат, например

$$L_3 = \left\{ l_\alpha \in L_2 \mid \forall i\, H\left(\overline{\overline{ind_\alpha^q}}; \overline{\overline{ind_i^q}}\right)\right\}.$$

Выводы

Представленная модель отраслевой идентификации документа может быть использована для проведения предварительного этапа рассмотрения заявки при разработке универсальной автоматизированной системы распределения финансовых грантов. Данный подход также может быть применён к анализу текстов в любой области, при условии использования формализованных множеств термов, например, формализованной тематической рубрикации, классификации документов и пр. Результаты отраслевой идентификации будут использованы для формирования аналитического пакета инструментов, используемого в качестве ресурса для дальнейшего экспертного анализа заявки средствами искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Яшин С.Н. Совершенствование инструментария системы оценки эффективности инновационных проектов, претендующих на получение грантов // Инновационное развитие. 2014. № 28 (604). С. 11–20.

2. Михайлов Д.В., Козлов А.П., Емельянов Г.М. Выделение знаний и языковых форм их выражения на множестве тематических текстов: подход на основе меры TF-IDF // Компьютерная оптика. 2015. Т. 39. № 3. С. 429–438.

3. Царьков С.В. Автоматическое выделение ключевых фраз для построения словаря терминов в тематических моделях коллекций текстовых документов // Естественные и технические науки. 2012. № 6. С. 456–464.

4. Попков М.И. Автоматическая система классификации текстов для базы знаний предприятия // International Journal of Open Information Technologies. 2014. Vol. 2. no. 7. С. 11–18.

5. Сироткин А.В., Шарыпов С.А. Тематическая модель рейтингования интернет-сайтов по критерию социальной значимости // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3794 (дата обращения: 17.06.2019).

6. Бондарчук Д.В. Векторная модель представления знаний на основе семантической близости термов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vektornaya-model-predstavleniya-znaniy-na-osnove-semanticheskoy-blizosti-termov (дата обращения: 17.06.2019).

УДК 004.4

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Шакирова А.И., Хасьянов А.Ф., Даутов Э.Ф.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, e-mail: public.mail@kpfu.ru

Как известно, тестирование программного обеспечения занимает много времени, требует тщательной проверки и иногда при проведении тестирования происходит пропуск дефектов и ошибок. В рамках данной научной статьи рассмотрено, как проводится тестирование программного обеспечения нескольких видов. Рассмотренные виды тестирования: интеграционное тестирование, функциональное тестирование, тестирование интерфейса, тестирование производительности, тестирование совместимости и тестирование локализации. В рамках работы рассмотрены инструменты, используемые при проведении различных видов тестирования. Произведен опрос и интервьюирование о проведении тестирования в IT-компаниях России, результаты опроса приведены в работе. Проведен анализ опроса и интервью, сделаны выводы. По итогу опроса и интервью разработаны новые методы тестирования программного обеспечения, которые уменьшают время, затрачиваемое на тестирование, при этом количество найденных дефектов и ошибок не уменьшается. Составлена таблица, показывающая ожидаемый результат тестирования и фактический результат тестирования с помощью разработанного метода тестирования. Была выведена формула для подсчета оптимального времени тестирования с помощью нового разработанного метода тестирования программного обеспечения. В результате разработанные методы внедрены в компании, принявшие участие в опросе.

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения (ПО), расчет времени тестирования программного обеспечения (ПО), интеграционное тестирование, функциональное тестирование, тестирование интерфейса, тестирование производительности, тестирование совместимости, тестирование локализации

REDUCTION OF TESTING TIME SOFTWARE

Shakirova A.I., Khasyanov A.F., Dautov E.F.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: public.mail@kpfu.ru

As you know, software testing takes a lot of time, requires careful testing and sometimes during testing, there is a omission of defects and errors. In the framework of this scientific article, it is examined how several types of software are tested. Considered types of testing: integration testing, functional testing, interface testing, performance testing, compatibility testing and localization testing. As part of the work considered the tools used in conducting various types of testing. A survey and interviewing about testing in IT-companies in Russia, the results of the survey are given in the work. An analysis of the survey and interviews, conclusions. Based on the survey and interview results, new software testing methods have been developed, which reduce the time spent on testing, and the number of defects and errors found does not decrease. A table was compiled showing the expected test result and the actual test result using the developed test method. A formula was derived for calculating the optimal testing time using a newly developed software testing method. As a result, the developed methods were introduced in the companies that participated in the survey.Keywords: software testing, software testing time calculation, information technology, program quality testing, unit testing, integration testing, functional testing, interface testing, performance testing, compatibility testing, localization testing.

Keywords: software testing, software testing timing, integration testing, functional testing, interface testing, performance testing, compatibility testing, localization testing

Тестирование программного обеспечения – это проверка, соответствует ли реальное поведение программы ожидаемому.

Порядок работ в рамках тестирования ПО можно разделить на несколько уровней: модульное, интеграционное, системное. Каждый уровень включает в себя подуровни (виды тестирования).

В данной статье рассматриваются несколько видов тестирования, которые описаны ниже:

– интеграционное тестирование;

– функциональное тестирование [1, 2];

– тестирование интерфейса (удобства интерфейса);

– тестирование производительности (включает в себя тестирование стабильности; стресс тестирование; объемное тестирование; нагрузочное тестирование) [3];

– тестирование совместимости (кроссбраузерное и мультиплатформенное тестирование);

– тестирование локализации (в том случае, если ПО предназначено для использования с различными языками интерфейса) [4].

Повышение эффективности в виде сокращения времени тестирования ПО без потери качества и количества найденных дефектов является актуальной задачей, имеющей научный и практический интерес [5, 6].

Цель исследования: разработка метода повышения эффективности тестирования ПО, позволяющего сократить время тестирования без потери качества.

В основу метода положены результаты опроса 17 команд, занимающихся тестированием ПО.

Опросу подверглись различные компании России, несколько из них входят в десятку ведущих IT-компаний Республики Татарстан. В целях конфиденциальности названия компаний будут изменены.

В результате опроса выяснено что более половины (52,9 %) опрошенных компаний тестируют ПО полуавтоматизированным способом; 23,5 % опрошенных компаний тестируют ПО исключительно вручную, и такая же доля 23,5 % использует исключительно полностью автоматизированное тестирование.

Виды тестирования, которые фигурировали в опросе, представлены на рис. 1.

В 8 опрошенных командах работают более 10 тестировщиков, в остальных менее 10.

На рис. 2 показаны типы проектов, тестированием которых занимаются опрошенные компании.

Практически все компании используют для организации и документирования тестирования следующие инструменты: тест-планы, «баг-репорты», техническое задание и, в меньшей степени, чек-листы, и ассоциативные карты.

Большинство инженеров тестирования, принявших участие в опросе, отмечают необходимость снижения числа пропущенных ошибок. Многие отмечают, что для этого большую часть тестирования приходится делать ручным способом. Как следствие, тестирование занимает много времени. Однако есть и те участники опроса, которые не отмечают проблем в существующем подходе к обеспечению качества ПО.

Больше всего времени все компании, принявшие участие в опросе, уделяют тестированию функциональности.

Рис. 1. Виды тестирования, которые выполняют опрошенные компании

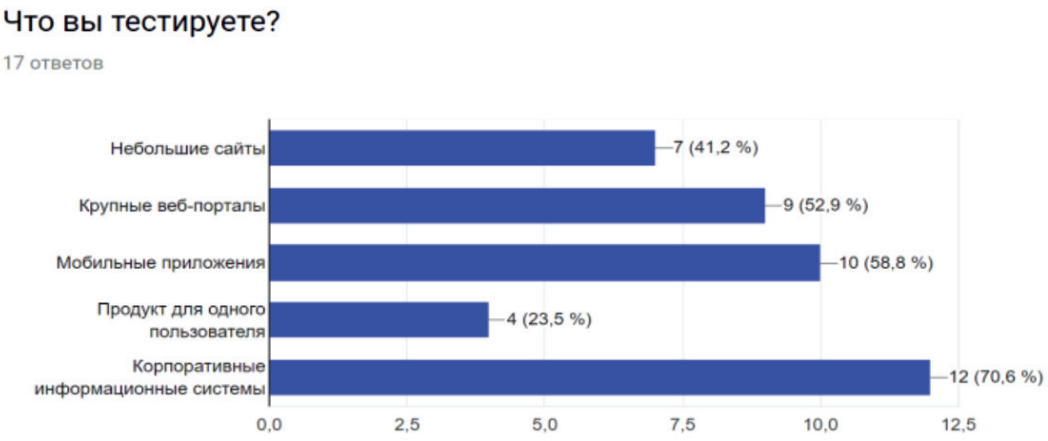


Рис. 2. Основные типы проектов в опрошенных компаниях

Рис. 3. Инструменты, используемые для тестирования ПО

На рис. 3 представлены инструменты, используемые для тестирования ПО.

Результаты опроса

Интеграционное тестирование. Оказалось, что большинство компаний осуществляют данный вид тестирования ПО. В процессе интеграционного тестирования происходит проверка: как взаимодействуют между собой различные компоненты системы после проведенного модульного тестирования, используя следующие подходы:

– восходящий (сначала собираются воедино и тестируются низкоуровневые модули, а затем постепенно добавляются модули более высокого уровня);

– нисходящий (в первую очередь тестируются высокоуровневые модули, а затем добавляются все низкоуровневые);

– комплексный, называемый также «большой взрыв» (модули всех уровней собираются воедино и тестируются).

JUnit, TestNG, NUnit – это те инструменты, которые принявшие в опросе компании используют в описанном выше процессе модульного и интеграционного тестирования приложений чаще всего. В организации интеграционного тестирования в различных компаниях связаны в основном с различиями в платформе разработки, например JUnit для разработки на Java, NUnit для разработки на .Net, TestNG используется с Java, но при этом обладает большей функциональностью чем Junit.

Функциональное тестирование. 52,9% опрошенных компаний используют ручное и автоматизированное тестирование. Одни компании сначала тестируют вручную, а затем повторное тестирование осуществляют автоматизированно. А другие – наоборот: сначала осуществляют автоматизированное тестирование, а затем повторные тесты осуществляют вручную. Для тестирования инженеры по качеству пишут тест-кейсы, далее по ним происходит тестирование. Обнаруженные ошибки записываются в «баг-репорт».

35,3% компаний, среди которых есть маленькие компании, которые тестируют небольшие сайты или мобильные приложения, осуществляют тестирование исключительно вручную. Для этого тестировщики открывают сайт/приложение на устройстве и начинают тестировать функциональность в соответствии с тестовыми сценариями.

11,8% опрошенных компаний занимаются функциональным тестированием только с помощью автоматизации. Для этого инженеры по качеству пишут тест-кейсы, далее по ним пишут автоматические тесты.

При тестировании функциональности используются следующие инструменты: Microsoft Visual Studio, Selenium Web Driver, Selenium IDE.

Selenium IDE – плагин Chrome и Firefox, который используется для быстрого прототипирования тестовых примеров в Selenese/HTML, который также может экспортировать тестовые примеры на разных языках программирования.

WebDriver – это API для программирования тестов на разных языках в Selenium, который может работать с сервером или без него.

Тестирование совместимости. Большинство опрошенных компаний, которые занимаются тестированием совместимости, осуществляют его ручным способом. Для этого они используют различные браузеры, устройства, операционные системы.

Малая часть компаний при тестировании использует частичную автоматизацию, которая выполняется с помощью инструмента TestingBot.

Облако TestingBot позволяет запускать тесты для веб-приложения на более чем 1500 различных комбинациях браузеров и ОС.

Для тестирования совместимости мобильных приложений используется приложение Spoon – фреймворк, который умеет делать скриншоты с экрана устройства или эмулятора во время выполнения тестов и в результате создает из них отчёт.

Тестирование локализации. Данный вид тестирования осуществляют не все компании, потому что не все в нем нуждаются. Компании, которые его осуществляют – тестируют вручную. Для этого сравнивают правильность перевода, расположения и работы кнопок для разных языков. Одна из опрошенных компаний для данного вида тестирования использует аутсорсинг.

Тестирование интерфейса. Лишь одна компания из числа опрошенных производит данный вид тестирования с помощью А/Б тестирования, это метод маркетингового исследования, суть которого заключается в том, что контрольная группа элементов сравнивается с набором тестовых групп, в которых один или несколько показателей были изменены, для того, чтобы выяснить, какие из изменений улучшают целевой показатель.

При тестировании интерфейса инженер тестирования прежде всего обращает внимание на следующие элементы интерфейса ПО: заголовки, тексты, отображаемые ссылки, посадочные страницы или отдельные их элементы, быстрые ссылки, уточнения, изображения и пр.

Лишь один из участников опроса использует автоматизацию при организации тестирования интерфейса. Специфика проектов этой компании заключается в том, что расположение элементов интерфейса всегда известно заранее.

Остальные компании, участники опроса, используют исключительно ручное тестирование интерфейса в соответствии с техническим заданием, логикой, удобством расположения кнопок и грамотностью.

Тестирование производительности. Для этого вида тестирования обычно применяется автоматизация. Этот вид тестов используют не все опрошенные компании. При тестировании производительности опрошенные компании используют Apache JMeter. [7]. Тестируемое приложение при помощи этого инструмента нагружается большим количеством виртуальных пользователей, поддерживается запуск сложных сценариев в большом количестве.

Одна из опрошенных компаний использует виртуальные машины для генерации нагрузки на тестируемое приложение.

Повышение эффективности тестирования

Повышение эффективности тестирования происходит с помощью введения нового метода, включающего в себя 6 рекомендаций, разработанных в рамках исследования.

Для повышения эффективности интеграционного тестирования предлагается:

– разделять тесты на те, где нужна интеграция с внешними сервисами, и те, где важна только внутренняя функциональность продукта. По результатам опроса было выявлено, что более 70% опрошенных компаний не осуществляют такого разделения;

– использовать настраиваемое кэширование для получения данных от внешних сервисов. Обычно при тестировании приходится обращаться к одним и тем же частям приложения неоднократно, при этом не всегда есть потребность в обновленных данных, поэтому можно сэкономить время на вызовах внешних сервисов, «закэшировав» результаты предыдущих;

– применять BDD (behavior-driven development) – подход к разработке и тестированию, при котором особое внимание уделяется поведению системы/модуля в терминах заказчика [8].

Для повышения эффективности функционального тестирования

Предлагается использовать «метод серого ящика», совмещающий подходы к тестированию методом «белого ящика» и «черного ящика». При тестировании методом «серого ящика» инженер по качеству так же, как и при тестировании методом «белого ящика», имеет доступ к коду программы, но в процессе тестирования доступ к коду не использует [9].

Повышение эффективности тестирования интерфейса

Было выявлено, что при тестировании интерфейса можно воспользоваться помощью фокус-групп. Фокус-группы – это метод исследования, при котором группа пользователей приглашается принять участие в тестировании пользовательского интерфейса. Как правило, пользователи, которым предлагается оценить удобство интерфейса, являются потенциальными клиентами. Все действия таких пользователей: реакция на определенные элементы интерфейса, их

реплики и эмоции записываются на аудио- и видеоносители для дальнейшего анализа. Главной задачей проведения фокус-групп является улучшение показателя тестирования интерфейса.

Повышение эффективности тестирования производительности

Для того чтобы сократить время, затрачиваемое на тестирование производительности, которое в свою очередь включает нагрузочное тестирование, тестирование стабильности, стресс-тестирование и объемное тестирование, предлагается [10]:

1) добавление нескольких серверов;

2) использование облачных сервисов/ферм;

3) использование кэширования и сжатия данных;

4) использование выделенного сервера баз данных.

Повышение эффективности тестирования совместимости

Для сокращения времени при тестировании совместимости предлагается построить пирамиду кроссплатформенного тестирования и кроссбраузерного тестирования, где в основании будут лежать те платформы (веб и мобильные) и браузеры, которыми пользуются чаще всего [9]. После чего тестировать нужно начинать с нижнего уровня пирамиды.

Повышение эффективности тестирования локализации

Для сокращения времени тестирования локализации предлагается использовать один из инструментов автоматизированного тестирования локализации (большинство опрошенных компаний делают это вручную, что занимает значительное время):

– EggPlant от компании TestPlant;

– Applitools Eyes;

– Visual Studio .NET 2003.

В табл. 1 приведены данные по представленным инструментам.

В рамках предлагаемой рекомендации повышения эффективности тестирования, которая была доработана с учетом и результатов проведенного опроса и дальнейшего интервьюирования инженеров по качеству из различных компаний, изучения примеров локализации нескольких веб-приложений [9, 11, 12], были разработаны несколько правил для сокращения времени тестирования локализации:

1. Инженеры локализации ПО и инженеры по качеству ПО, осуществляющие тестирование локализации, должны свободно владеть языком локализации ПО.

2. Набор ключевых терминов (это могут быть название, слоган и т.д.) можно оставлять без локализации, за счет этого время тестирования локализации заметно сокращается.

3. При разработке ПО следует учитывать то, что перевод текста на другие языки может занимать значительно больше места, чем оригинал текста [9, 11, 13].

Таким образом, с использованием разработанного в рамках представленного исследования метода, можно существенно сократить время тестирования ПО, при этом не ухудшив качество тестирования программного продукта.

Результаты исследования и их обсуждение

Для подсчета ожидаемой экономии времени тестирования ПО, по каждой из предложенных рекомендаций, применялась следующая формула:

$$E = \sum * P_i * e_i, \quad (1)$$

где $\sum$ – количество предложенных рекомендаций;

e_i – процент, который занимает в проекте i-й этап при ожидаемом тестировании;

P_i – ожидаемый процент экономии i-го этапа тестирования.

Ожидаемое сокращение времени по каждой из предложенных рекомендаций приведено в табл. 1.

Для подсчета реальной экономии времени тестирования ПО, отдельно для каждой предложенной рекомендации используется формула:

$$F = \sum * I_i * S_i * L_i, \quad (2)$$

где $\sum$ – количество предложенных рекомендаций;

I_i – индекс использования рекомендации (1 или 0);

S_i – процент экономии при реальном тестировании i-го этапа;

L_i – процент, который занимает в проекте i-й этап при реальном тестировании.

Предложенные рекомендации тестирования внедрены в несколько компаний, принявших участие в исследовании. С помощью формулы (2) произведен расчет результатов для каждой компании и рекомендации по отдельности. Проведен анализ результатов реального внедрения, усреднен и представлен для каждой рекомендации, в табл. 2.

В итоге, при расчете среднего сокращения времени ожидается, что время тестирования веб-приложения сократится, используя все рекомендации примерно 8,92 %, при этом качество тестирования улучшится.

Таблица 1

Функции рассматриваемых инструментов для тестирования программного обеспечения

	EggPlant(TestPlant)	ApplitoolsEyes	VisualStudio .NET
Количество языков более 100	+	+	–
Бесплатный	–	–	+
Когнитивное зрение	+	+	–
Распознавание текста	+	+	–
Поддерживаемые языки	Java C # Ruby	C # Java PHP Python Ruby	C++ C #
Система отчетов	+	+	+
ОС	Windows Linux Mac	Windows	Windows

Таблица 2

Анализ результатов ожидаемого сокращения времени тестирования и реального внедрения разработанного метода сокращения времени тестирования ПО

Вид тестирования	Ожидаемое сокращение времени тестирования	Реальное усредненное сокращение времени тестирования
Интеграционное	1,2%	6%
Функциональное	3,7%	5,2%
Интерфейса	–2,86% (увеличение времени)	–2,7% (увеличение времени)
Производительности	1,23%	4,1%
Совместимости	3,9%	4%
Локализации	1,75%	1%

При расчете реального сокращения времени получен результат: новый метод тестирования сокращает время тестирования в среднем на 17,6% на проектах, принявших участие в апробации.

Выводы

1. Разработан метод, включающий в себя 6 рекомендаций, который позволяет сократить время тестирования программного продукта, используя описанные выше стратегии.

2. Проведено внедрение, в результате которого получен следующий результат: новый метод сокращает время тестирования в среднем на 17,6%. Сокращение времени тестирования измерено на основе данных, полученных в результате опроса, и оценки эффективности применения нового метода, использования различных техник и инструментов тестирования.

Список литературы

1. Тестирование производительности. [Электронный ресурс]. URL: http://www.nicotech.ru/quality-assurance/performance-testing/. 2019 (дата обращения: 25.05.2019).

2. Copeland L. A Practitioner's Guide to Software Test Design. M.: Artech House, 2004. 314 p.

3. Тестирование с использованием BDD. 2012. [Электронный ресурс]. URL: https://habrahabr.ru/post/139674/ (дата обращения: 21.05.2019).

4. Тестирование при TDD и BDD. 2015. [Электронный ресурс]. URL: http://blog.bausov.pro/tdd-bdd-tests/) (дата обращения: 18.05.2019).

5. Научите посетителей вашего сайта покупать. 2015. [Электронный ресурс]. URL: http://saas.ru/articles/~provieriaiem-naghruzku-na-sait-i-povyshaiem-ieghootkazoustoichivost~3942 (дата обращения: 15.05.2019).

6. Дерягин Д.А. Метод генерации регрессионных модульных тестов // Молодежный научно-технический вестник. 2014. № 4. С. 18–21.

7. Abdulmajeed A., Sonal M., William G. Detecting and Localizing Internationalization Presentation Failures in Web Applications. 2016. vol. 8. no 21. P. 963–970. DOI: 10.1109/ICST.2016.36.

8. Ruiz A. Test-Driven GUI Development with TestNG and Abbot. 2007. vol. 65. no. 9457101 P. 51–57.DOI: 10.1109/MS.2007.92.

9. Шакирова А.И. Сокращение времени автоматизированного тестирования ПО. 2017. [Электронный ресурс]. URL: https://kpfu.ru/student_diplom/10.160.178.20_9227869_SHakirova_A.I._308.pdf (дата обращения: 21.05.2019).

10. Halili E. Apache Jmetr. M.: Packt, 2008. 141 p.

11. Калинов А.Я., Косачёв А.С., Посыпкин М.А., Соколов А.А. Автоматическая генерация тестов для графического пользовательского интерфейса по UML диаграммам действий // Труды Института системного программирования РАН. 2004. Т. 8. № 1. С. 99–116.

12. Harman M., Jia Y. and Zhang Y. Achievements, open problems and challenges for search based software testing. 2015. no. 15111242. P. 18–30. DOI: 10.1109/ICST.2015.7102580.

13. Hak J., Winckler M., Navarre D. PANDA: Prototyping using ANnotation and Decision Analysis. 2016. no. 15111318. P. 171–176. DOI: 10.1145/2933242.2935873.

УДК 504.4.062.2;628.2;628.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И АГРЕГАТОВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ

Яблокова М.А., Зайцев Н.С., Хасаев Р.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», Санкт-Петербург, e-mail: kip@technolog.edu.ru

Выполнен аналитический обзор существующих конструкций локальных сооружений для очистки ливневых стоков. Показано, что эффективность очистных сооружений может быть существенно (до 98–99%) повышена при использовании на второй или третьей стадии очистки коалесцентных сепараторов с блоками перфорированных полимерных пластин волнистого профиля. Исследования выявили проблему быстрого забивания зазоров между олеофильными пластинами налипающими агрегатами нефтепродуктов и твердых взвесей. Выявлено, что острота проблемы может быть значительно снижена путем установки в первом (по ходу движения сточной воды) блоке пластин из олеофобного материала или с нанесением олеофобного покрытия. Пластины в первом блоке следует располагать с наклоном под углом 45–60 градусов к горизонтали для интенсификации процесса удаления загрязнений. Зазор между пластинами в первом блоке рекомендуется выставлять максимальным, равным 18 мм. В последующем по ходу движения очищаемой сточной воды в блоке зазор между пластинами может быть уменьшен до 10–12 мм. В третьем блоке, через который проходит вода с остаточной концентрацией нефтепродуктов, пластины могут быть выполнены из олеофильного материала, а зазор между ними может быть уменьшен до 6 мм.

Ключевые слова: поверхностные стоки, дождевые, ливневые, талые сточные воды, локальные очистные сооружения, очистка от взвешенных веществ и нефтепродуктов, тонкослойные отстойники, олеофильные пластины из полимерных материалов, коалесцентные сепараторы с волнообразными пластинами

IMPROVEMENT OF PROCESSES AND UNITS FOR LOCAL TREATMENT OF SURFACE WATER

Yablokova M.A., Zaytsev N.S., Khasaev R.A.

Federal State Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University), St. Petersburg, e-mail: kip@technolog.edu.ru

An analytical review of existing structures of local facilities for storm water treatment is performed. Our studies have revealed the problem of rapid clogging of the gaps between the oleophilic plates by sticking units of petroleum products and solid suspensions. It was found that the severity of the problem can be significantly reduced by installing in the first (in the course of the movement of wastewater) block plates of oleophobic material or with the application of oleophobic coating. The plates in the first block must be inclined at an angle of 45-60 degrees to the horizontal to intensify the process of dirt removing. The gap between the plates in the first block, we recommend to set the maximum equal to 18 mm. in the subsequent course of movement of the treated wastewater block gap between the plates can be reduced to 10-12 mm. In the third block, through which water passes with a residual concentration of petroleum products, the plates can be made of oleophilic material, and the gap between them can be reduced to 6 mm.

Keywords: surface runoff, rainwater, storm water, melt water, local treatment facilities, purification from suspended solids and petroleum products, thin-layer sedimentation tanks, oleophilic plates made of polymeric materials, coalescent separators with wave-like plates

Значение пресной воды как ценного природного сырья постоянно возрастает. В то же время научные исследования последних лет показывают, что природные пресные водоемы подвергаются всё более и более сильному загрязнению поверхностными (ливневыми и талыми) сточными водами с городских территорий. Причем состав загрязнений таких стоков определяется уже не столько природными, сколько антропогенными факторами.

Цель исследования: анализ процессов и агрегатов, используемых для очистки поверхностных стоков, а также совершенствование применяемого оборудования.

Материалы и методы исследования

Примерный состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий приведен в [1, 2]. Концентрации загрязняющих веществ в дождевом и талом стоке Санкт-Петербурга для районов с различной застройкой и различной степенью благоустройства (по данным ГУП «Водоканал») приведены в работах [3, 4]. В зонах жилой застройки дождевые стоки содержат от 400 до 1000 мг/л взвешенных веществ и от 7 до 15 мг/л нефтепродуктов. В талых стоках концентрации взвешенных веществ достигают 1300–1700 мг/л, нефтепродуктов 12–16 мг/л.

Вблизи автомобильных магистралей и промышленных зон загрязненность дождевых стоков взвешенными веществами составляет 800–1400 мг/л, нефтепродуктами 15–20 мг/л. Особенно сильно загрязнены талые воды, стекающие с таких территорий. Они содержат до 3000 мг/л взвесей и до 30 мг/л нефтепродуктов [3].

Наиболее сложными для очистки являются поверхностные сточные воды автотранспортных предприятий и автозаправочных станций. Загрязненность ливневых и сточных вод с их территорий настолько высока [5, 6], что без очистки на специальных локальных очистных сооружениях они не могут быть сброшены даже в городскую ливневую канализацию.

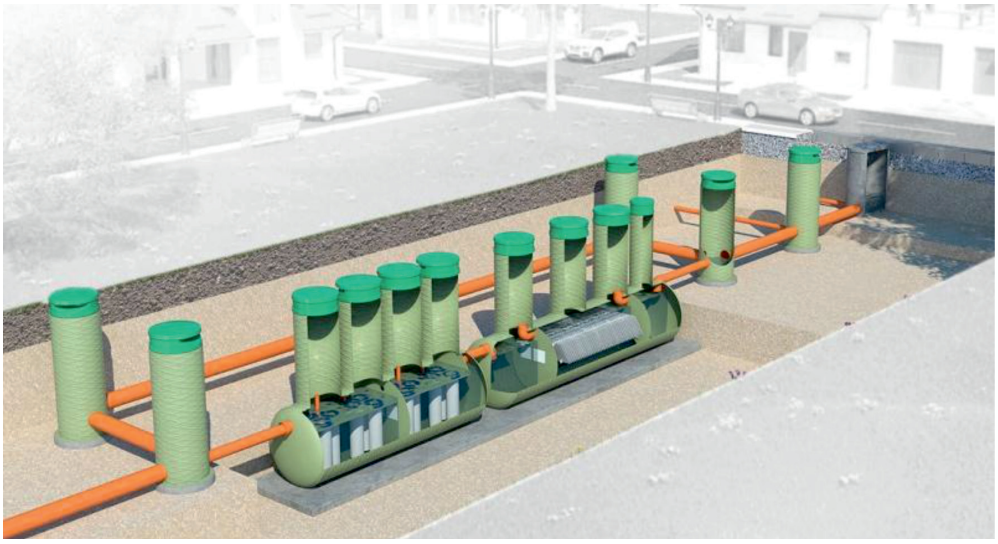


Рис. 1. Установка для обезвреживания ливневых стоков с расположением ступеней очистки в отдельных емкостях

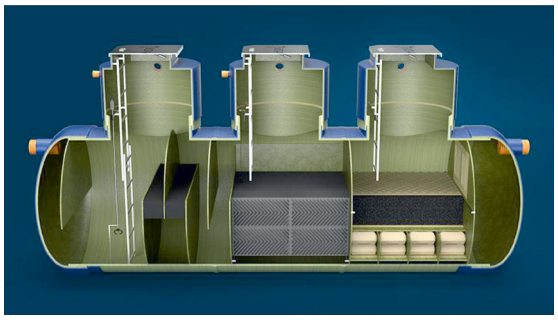


Рис. 2. Установка для обезвреживания ливневых стоков с расположением ступеней очистки в одной ёмкости, состоящей из отдельных отсеков

Большинство локальных установок для обезвреживания ливневых и близких к ним по составу производственных стоков используют многостадийный принцип очистки [7–9]. Ступени очистки могут располагаться в отдельных емкостях [7, 8, 10] (рис. 1) или компоноваться последовательно в одной большой емкости, состоящей из нескольких отсеков [9–11] (рис. 2). Емкости могут располагаться под землей [12, 13] или на поверхности в специальных отапливаемых помещениях [8, 11].

Первой стадией очистки обычно является гравитационное отделение примесей в песколовках и отстойниках. Как правило, предпочтение отдается песколовкам, позволяющим отделять от воды песок без примесей органических взвешенных веществ [9, 12]. Впоследствии такой «чистый» песок легче утилизировать, поскольку в нем не идут процессы гниения и брожения примесей органических веществ, и он пригоден для использования в качестве строительного материала.

Освобожденная от песка и других тяжелых включений сточная вода поступает в тонкослойный отстойник, где удаляется основная масса дисперсных взвешенных веществ меньшей плотности и нефтепродуктов. На следующем этапе очистки обычно применяется механическая фильтрация. Осветленная вода поступает на фильтр с зернистой загрузкой (кварцевый песок, антрацит, керамзит, полимерная крошка и др.), где удаляются остаточные взвеси и эмульгированные нефтепродукты.

Затем вода проходит фильтр-адсорбер, где происходит финишная сорбционная очистка от растворенных органических веществ и нефтепродуктов на таких материалах, как активированный уголь, алюмосиликаты, мегасорб, сипрон, синтенит и др.

Полученный фильтрат поступает на установку обеззараживания. Обеззараживание может проводиться озонированием, хлорированием, УФ-облучением.

Очищенная и обеззараженная до норм сброса в водоёмы вода отводится под остаточным давлением в сборные колодцы, из которых откачивается в водоем погружными дренажными насосами.

На наш взгляд, если очищенные ливневые стоки сбрасываются в полноводные водоёмы или водотоки, обеспечивающие разбавление вредных примесей стоков до допустимых концентраций, или поступают на доочистку на городские очистные сооружения, то необязательно использовать в установках локальной очистки дорогостоящие методы адсорбции и ионного обмена. При очистке поверхностных вод основное внимание следует уделять удалению взвешенных веществ и эмульгированных нефтепродуктов.

В последние годы для безреагентного укрупнения эмульгированных нефтепродуктов с целью их последующей эффективной сепарации применяют коалесценцию мельчайших капелек нефтепродуктов на олеофильной загрузке из полимерных материалов, в частности полипропилена. Загрузка может быть зернистой [14] или блочной – в виде блока полимерных пластин: плоских или волнистых [15–17]. При наличии в технологической цепочке коалесцентного сепаратора нефтепродуктов увеличивается длительность фильтроцикла устанавливаемых за ним зернистых фильтров и/или адсорберов.

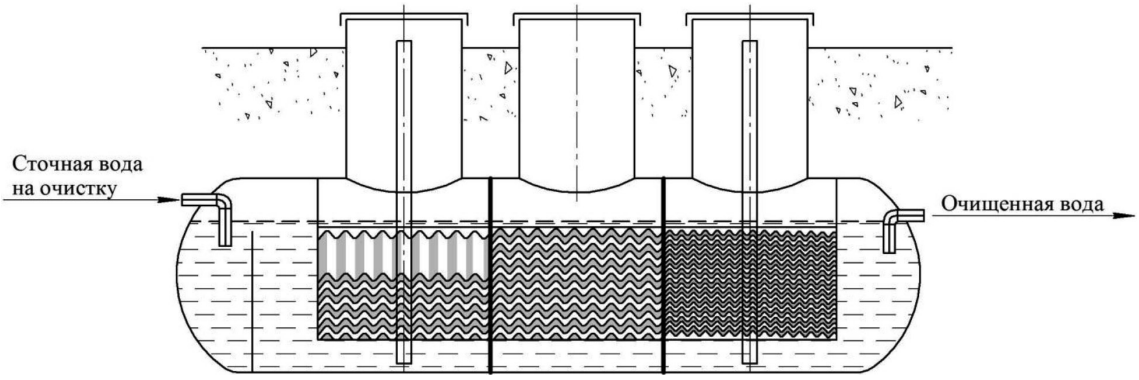


Рис. 3. Установка для очистки ливневых стоков с коалесцентным сепаратором, состоящим из нескольких блоков пластин волнистого профиля

Тонкослойные отстойники с плоскими пластинами из специальных олеофильных полимерных материалов удаляют эмульгированные нефтепродукты из воды гораздо эффективнее, чем отстойники с плоскими пластинами из других материалов (сказывается влияние коалесценции и адгезии). Однако производительность любого тонкослойного отстойника лимитирована необходимостью поддерживать ламинарный режим в каналах между плоскими пластинами, поэтому пропускная способность их невелика. Кроме того, в поверхностных сточных водах капли нефтепродуктов, имеющие плотность менее плотности воды, часто образуют агломераты с взвешенными частицами более высокой плотности. Подобные агломераты имеют плавучесть, близкую к нулевой, и отделить их от воды обычным отстаиванием практически невозможно.

Проведенные нами исследования показали возможность эффективного отделения эмульгированных нефтепродуктов от воды в коалесцентном сепараторе с олеофильными полимерными пластинами волнистого профиля. В таких аппаратах применяются компактные модульные пакеты (рис. 3) гофрированных пластин из полипропилена специального запатентованного состава [18]. Расстояние между пластинами обычно составляет от 6 до 18 мм.

Вода, содержащая нефтепродукты, протекает по каналу между пластинами, следуя форме синусоидального зазора. Капли нефтепродуктов всплывают, касаются нижней поверхности пластин и удерживаются ими за счет действия сил адгезии. По мере того, как захватывается все большее и большее количество капелек нефти, они коалесцируют и постепенно образуют пленку. Под действием скоростного напора потока жидкости пленка мигрирует по поверхности пластин до отверстий для выхода нефти, проходит в вышележащий канал и впоследствии собирается на поверхности воды. Отверстия для выхода нефтепродуктов располагаются равномерно по ширине и длине пластин вертикальными рядами, что обеспечивает скоалесцировавшим каплям доступ к поверхности жидкости в сепараторе. Такая конструкция создает условия для эффективного захвата нефтепродуктов и быстрой их транспортировки к поверхности.

Верхняя сторона пластин предназначена для удаления мелких твердых частиц. Кроме отверстий для прохода нефти, размещенных в верхних точках пластин, в углублениях пластин имеются отверстия для удаления твердых взвесей. Взвешенные вещества, не уловленные в песколовке и тонкослойном отстойнике, попадают в пакет пластин вместе с частично очищенной сточной водой, осаждаются на верхних сторонах пластин, смещаются потоком к отверстиям для удаления твердых взвесей и уходят в нижнюю шламосборную часть аппарата.

Результаты исследования и их обсуждение

Опытно-промышленные испытания сепараторов-коалесценторов выявили проблему быстрого забивания зазоров между олеофильными пластинами агрегатами нефтепродуктов с твердыми взвесями. Это объясняется налипанием нефтепродуктов на олеофильные пластины. Как показали наши исследования, острота проблемы может быть значительно снижена путем установки в первом по ходу движения сточной воды блоке (при высокой концентрации загрязнений) пластин из олеофобного материала, либо путем нанесения на пластины олеофобного покрытия.

Пластины в первом блоке должны быть расположены с наклоном под углом 45–60 градусов к горизонтали для интенсификации процесса удаления загрязнений. Зазор между пластинами в первом блоке мы рекомендуем выставлять максимальным, равным 18–20 мм. В последующем по ходу движения очищаемой сточной воды блоке зазор между пластинами может быть уменьшен до 10–12 мм. В третьем блоке, через который проходит вода с остаточной концентрацией нефтепродуктов, пластины могут быть выполнены из олеофильного материала, а зазор между ними может быть уменьшен до 6 мм.

Расчеты и эксперименты показывают, что описанная система блоков сепарационных пластин позволяет очистить воду до остаточных концентраций взвесей и нефтепродуктов 5–10 мг/л, что вполне достаточно для обеспечения длительной штатной рабо-

ты зернистого фильтра или фильтра-адсорбера, используемого на последнем, заключительном этапе очистки поверхностных вод.

Выводы

1. Большинство локальных установок для обезвреживания ливневых и близких к ним по составу производственных стоков используют многостадийный принцип очистки. Первой стадией очистки обычно является гравитационное отделение грубодисперсных примесей в песколовках. Освобожденная от песка и других тяжелых включений (стекла, окалины, шлаков и т.п.) сточная вода поступает в тонкослойный отстойник, где удаляется основная масса дисперсных взвешенных веществ меньшей плотности и часть нефтепродуктов. На следующем этапе очистки обычно применяется фильтр с зернистой загрузкой либо фильтр-адсорбер, где происходит финишная сорбционная очистка от растворенных загрязнений. Недостатком описанных установок является низкая пропускная способность и недостаточная эффективность блока тонкослойного осаждения.

2. Проведенные нами исследования показали возможность повышения эффективности очистки поверхностных стоков путем замены блока тонкослойного отстаивания тремя последовательно установленными блоками профилированных листов волнистого профиля с отверстиями в выступах и впадинах. Во избежание быстрого забивания каналов в первом по ходу движения сточной воды блоке (при высокой концентрации загрязнений) в нем рекомендуется устанавливать листы из олеофобного материала, либо с нанесением олеофобного покрытия. Пластины в первом блоке должны быть расположены с наклоном под углом 45–60 градусов к горизонтали для интенсификации процесса удаления загрязнений.

3. Зазор между пластинами в первом блоке рекомендуется выставлять максимальным, равным 18–20 мм. В последующем по ходу движения очищаемой сточной воды блоке зазор между пластинами может быть уменьшен до 10–12 мм. В третьем блоке, через который проходит вода с остаточной концентрацией нефтепродуктов, пластины могут быть выполнены из олеофильного материала, а зазор между ними может быть уменьшен до 6 мм.

4. Описанная система блоков сепарационных пластин позволяет очистить воду до остаточных концентраций взвесей и нефтепродуктов 5–10 мг/л, что вполне достаточно для обеспечения длительной штатной работы зернистого фильтра или фильтра-адсорбера, используемого на последнем, заключительном этапе очистки поверхностных вод.

Список литературы

1. Рекомендации по организации систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению выпуска его в водные объекты. М.: ФАУ Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве, 2015. 146 с.

2. Свод правил СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200094155 (дата обращения: 21.05.2019).

3. Духопельникова Н.Р. Поверхностные сточные воды, система отведения и их очистка в крупных городах // Alfabuild. 2018. № 1 (3). С. 7–14.

4. Основные положения схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 г. с учетом перспективы до 2030 г. по разделу «Водоснабжение». Приложение № 1 к постановлению правительства Санкт-Петербурга № 989 от 11 декабря 2013 г. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gov.spb.ru/law/?d&nd=822402702&nh=1 (дата обращения: 21.05.2019).

5. Фельдштейн Е.Г. Совершенствование систем очистки поверхностного стока предприятий первой группы на примере автотранспортных предприятий: автореф. дис. … канд. техн. наук. Волгоград, 2014. 24 с.

6. Овдиенко Е.Н. и др. Проблемы усовершенствования очистки ливневых сточных вод, образующихся на территории промышленных предприятий // Современные наукоёмкие технологии. 2007. № 8. С. 95–96.

7. Типовые схемы комплектации локальных очистных сооружений (ЛОС). Официальный сайт ООО «Эко-Экспресс-Сервис». [Электронный ресурс]. URL: http://ecoexp.ru/page/40 (дата обращения: 21.05.2019).

8. Очистные сооружения поверхностного стока КОС. Официальный сайт ООО группы компаний «Полихим» [Электронный ресурс]. URL: http://www.polihim.info/products/livnevye-ochistnye-sorujenya/livnevye-ochistnye-sooruzheniya-kos/ (дата обращения: 21.05.2019).

9. Очистные сооружения поверхностных сточных вод. Официальный сайт ООО «Витэко». [Электронный ресурс]. URL: http://www.veksa.ru/articles/podbor/typical-sol (дата обращения: 21.05.2019).

10. Широбокова Ю.Н. Принципиальная схема очистки ливневых сточных вод в условиях водоотведения микрорайона Северный города Майкопа // Современные научные исследования и разработки. 2016. № 7 (7). С. 254–256.

11. Установка для очистки дождевых сточных вод «Свирь». [Электронный ресурс]. URL: http://gpkit.ru/newsite/catalog_stoki_svir.html (дата обращения: 21.05.2019).

12. Валдай-Дождь. Установка для очистки поверхностных сточных вод в утепленном модуле. Официальный сайт ООО «Эко-системы». [Электронный ресурс]. URL: http://eco-systema.com/productions/system/valday-dojd/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=valday_dojd&type=search&source=none&block=premium&position=3&utm_term (дата обращения: 21.05.2019).

13. Векса. Очистные сооружения ливневых стоков. Модели и характеристики. Официальный сайт ГК Аргель. [Электронный ресурс]. URL: http://www.vo-da.ru/liven/veksa?yclid=7600020459018790048 (дата обращения: 21.05.2019).

14. Седлухо Ю.П. Очистка нефтесодержащих технологических стоков коалесцирующими фильтрами. Минск: Технопринт, 2012. 183 с.

15. Иваненко А.Ю., Яблокова М.А., Петров С.И. Моделирование процесса выделения эмульгированных нефтепродуктов из воды в аппарате с олеофильными пластинами синусоидального профиля // Теоретические основы химической технологии (ТОХТ). 2010. Т. 44. № 5. С. 588–600.

16. Яблокова М.А., Иваненко А.Ю., Турыгин В.Ю. Очистка подтоварных вод нефтеприсков с целью повторной закачки в нефтеносные пласты для поддержания внутрипластового давления // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2012. № 14 (40). С. 78–84.

17. Яблокова М.А., Бугров В.В., Хасаев Р.А. Современные технологии и оборудование для обезвреживания отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2014. № 25 (51). С. 62–67.

18. Патент 2252232 РФ, МПК C08L23/12, B01D17/02. Полипропиленовый композиционный материал для разделителя эмульсий / Бурлов В.В., Крыжановский В.К., Абрамова Н.К. // Заявл. 20.10.2003, № 2003131377 / 04; опубл. 20.05.2005. Бюл. № 14.

ОБЗОРЫ

УДК 62-9:62-6:66.045:536.24

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОРЕБРЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Афанасьева И.В.

ООО «Ифин», Казань, e-mail: irennjj@gmail.com

Статья посвящена актуальной задаче исследования отечественного и зарубежного опыта в части разработки эффективного и качественного теплообменного аппарата для использования в промышленной теплоэнергетике. Решение данной задачи обеспечено улучшением теплообменного процесса, снижением производственных издержек, следовательно, и стоимости готового продукта. В статье рассматриваются перспективные методы интенсификации развитой поверхности теплообменных элементов посредством конструктивных изменений. Для повышения интенсификации теплообмена, прежде всего, применяют оребрение внешней или внутренней поверхности несущей трубы. В работе также представлены основные факторы, от которых зависит качество теплообменных аппаратов. Приведен пример численного моделирования теплового потока спирально-оребренной трубы, с помощью которой выявлены эффективные в теплообмене части оребренной поверхности трубы. На основании проведенного обзора сделаны выводы о том, что большинство методов недостаточно проработаны и эффективны, имеют ряд недостатков и применяются в узконаправленных сферах. Проведя анализ существующих перспективных методов, было предложено модифицировать высокочастотную установку для классического спирального оребрения с использованием иного метода внесения энергии для создания ванны расплава, при этом не меняя идею оребрения в целом.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, турбулизатор, оребрение, конструкция, поверхность

PROMISING METHODS OF FINNING HEAT EXCHANGERS

Afanasyeva I.V.

I-fin LLC, Kazan, e-mail: irennjj@gmail.com

The article is devoted to the actual task of studying domestic and foreign experience in terms of developing an efficient and high-quality heat exchanger for use in industrial heat and power. The solution to this problem is provided by improving the heat exchange process, reducing production costs, and hence the cost of the finished product. The article discusses promising methods of intensification of the developed surface of heat exchange elements by means of structural changes. To increase the intensification of heat transfer, first of all, they use the fins of the outer or inner surface of the carrier tube. The paper also presents the main factors on which the quality of heat exchangers depends. An example of numerical simulation of the heat flux of a spiral-finned tube is given, with the help of which parts of the finned surface of the tube that are effective in heat exchange are identified. Based on the review, it was concluded that most of the methods are not sufficiently developed and effective, have several disadvantages, and are used in narrowly focused areas. After analyzing the existing promising methods, it was proposed to modify the high-frequency setup for classical spiral finning using a different method of introducing energy to create a melt bath, without changing the idea of the finning as a whole.

Keywords: heat exchanger, turbulizer, fins, structure, surface

Теплообменные аппараты (ТА) занимают одно из главных мест в промышленной теплоэнергетике [1]. Главной задачей ТА является теплообмен между газами и жидкостями. Их эффективность ограничена сопротивлением теплопередачи с воздушной стороны и скоростью теплопередачи в металле. Это связано с тем, что коэффициент теплопередачи со стороны воздуха значительно ниже, чем со стороны жидкости [2]. В этой связи главной задачей теплоэнергетики является повышение эффективности работы и качества ТА, а также снижение себестоимости их производства.

На сегодняшний день активно развиваются современные технологии по соединению и обработке различных материалов, что дает возможность создавать компактные высокоэффективные и надежные конструкции ТА. Наибольшую популярность приобрели спирально-оребренные трубы – ТА с расширенной поверхностью. Данный метод изготовления характеризуется технологичностью изготовления, широким варьированием геометрических форм, компактной структурой, улучшенным теплообменом и экономичностью. Практика использования таких ТА в устройствах разного типа подтвердила их надежность, а также повышение интенсивности теплопередачи на 40–60 % по сравнению с гладкими трубами [3].

В статье [4] автором были описаны проблемы спирального оребрения, которые стали ограничивающим фактором в промышленном применении на сегодняшний день. Целью данной статьи является обзор перспективных идей оребрения, которые могут прийти на замену методу ТВЧ.

Материалы и методы исследования

Применение разработок, которые обеспечивают хоть и небольшое снижение металлоемкости и стоимости ТА, может привести к значительной экономии средств и энергоресурсов ввиду многочисленного использования.

В ходе анализа трудов отечественных и зарубежных научных групп [2–4] автором были сформулированы 4 фактора, влияющие на качество теплообменных аппаратов:

1. Зависимость от внешней конфигурации ребра и его месторасположения. Чаще всего, ребро фиксируется снаружи, но в некоторых случаях используют внутреннее оребрение труб.

2. Внешняя конструкция несущей трубы. В оребренных ТА распространено использование трубы круглого, эллиптического и прямоугольного сечений.

3. Метод соединения конструктивных составляющих оребренной трубы между собой.

4. Условия эксплуатации. Применение оребренных ТА широко и в этой связи существенно влияние диапазона внешней температуры, давления, наличие агрессивной среды, загрязнения воздушной массы и др.

Рассмотрим существующие конфигурации ребер в теплообменных аппаратах.

Метод продольного оребрения

ТА с продольным оребрением используются в энергетике на тепловых электростанциях в качестве паровых и конвекционных нагревателей, охладителей и конденсаторов [5]. Изготовление продольно-оребренных ТА просто, ребра наносятся либо экструзией на основной трубе, либо крепятся в виде U-образных ребер вдоль ее поверхности с помощью контактной сварки.

Рис. 1. Продольно-оребренная труба (Heft Engineers Private Limited)

Существует большое разнообразие конструктивных форм продольного оребрения, каждая из которых обеспечивает характерную интенсификацию теплоотдачи. В работе [6] проведено сравнение различных типов пучков продольного оребрения по отношению к интенсивности теплообмена, гидравлического сопротивления и относительной теплогидравлической эффективности. В [7] представлен численный анализ влияния толщины, высоты и количества ребер в процессе конвекции на распределение скоростей, температур и теплового потока. Отмечено, что максимальный тепловой поток выделяется при толщине ребер не менее 0,01 м, высотой не более 0,2 м, и числом ребер от 6 до 12.

Производители продольно-оребренных труб заявляют о высокой эффективности ТА. Однако преимуществами таких ТА по сравнению с гладкими трубами является только увеличение поверхности теплопередачи. Сложность подачи воздуха вдоль продольно-оребренной трубы связана с конструктивом существующих ТА, так как в основном рассчитаны на поперечное протекание воздуха, примером являются системы аварийного расхолаживания для реактивной установки БН800. Таким образом, при продольном обтекании потока вдоль трубы коэффициент теплоотдачи уменьшается, за счет уменьшения интенсивности теплообмена из-за отсутствия турбулентности. Причиной тому является ламинарный режим движения потока характеризующийся слоистым течением, в котором отсутствует перемешивание. При отсутствии турбулентности в продольных трубах воздух расслаивается, и в теплопередаче с поверхностью ТА участвуют только пограничные слои [8]. В то время как при поперечном обтекании поверхность работает равномерно, но за счет сильной турбулизации резко растет сопротивление «по воздуху».

Ошипованные трубы ТА

Теплообменные элементы с шипами (studded tubes), представленные на рис. 2, чаще применяют в системах теплообмена на нефтехимических заводах, где поверхность подвергается воздействию очень агрессивных сред, поэтому должны быть устойчивыми к агрессивным материалам и легко очищаемыми [9, 10]. Шипы привариваются с помощью контактной сварки диаметрально противоположными парами по окружности. Такой процесс сварки позволяет комбинировать любые материалы для шипов и труб.

Рис. 2. Ошипованные трубы (LP spa)

Скорость протекания воздушного потока в ошипованно-оребренных ТА зависит от межреберного расстояния и высоты ребер. Такой вид оребрения ТА представлен производителями без технических характеристик. Предполагается, шипы должны быть массивными для более устойчивой конструкции, как к механическим нагрузкам, так и к химическому воздействию. По этой причине, площадь теплообмена существенно ниже, чем площади спирально-оребренных ТА. В этой связи их использование представляется нецелесообразным.

Такой теплообменный элемент, на наш взгляд, оправдан лишь в одном случае – когда внешняя среда настолько агрессивна, что лента или проволока не выдержат долгого взаимодействия с кислотами или основаниями.

Просечное (разрезное) спирально-ленточное оребрение (serrated fin)

Следующим шагом научной мысли в увеличении теплоотдачи спирально-ленточных оребренных труб стало осуществление предварительной просечки ленты. При навивке ленты формируются пластины-лепестки с острыми кромками [11] (рис. 3). Газовые потоки, обтекая разрывы ребер, разрушают утолщенные пограничные слои вблизи поверхности теплопередачи, создавая условия для образования вихревого режима течения в межреберных каналах. Кроме того, увеличение числа лепестков приводит к большему разрыву пограничного слоя и перемешиванию потока, чего, например, не наблюдается при продольном оребрении. В результате этого повышается интенсивность теплоотдачи. Такие ТА хорошо зарекомендовали себя во многих тепловых системах, особенно в кондиционерах и экономайзерах котлах.

Рис. 3. Оребрение просечной лентой (TS Industrial Co., Ltd.)

По данным авторов [11, 11] просечное оребрение характеризуется увеличением коэффициента теплоотдачи в среднем на 20% относительно оребрения сплошной лентой. Экспериментальные исследования НТУУ «КПИ» [12] показали, что коэффициент теплоотдачи просечной ленты на 10–30% превышает аналогичный показатель сплошного ленточного оребрения, а аэродинамическое сопротивление ТА из разрезной ленты выше на 20–45%. Однако попытки интенсификации теплоотдачи просечными ребрами по данным Юдина [13] и Анупа и др. [14] не дало высокой эффективности.

Есть предположение, что увеличение эффективности возникает только из-за турбулизации потока. Вероятно, авторы не проводили расчетов и экспериментов о том, как влияет уменьшение поверхности теплообмена.

Таким образом, вероятно, стоит обратить внимание, что если найдется иной способ турбулизации, то конструкция без просечек получит увеличение теплоотдачи выше 30%, при сравнении ТА равной массы и объема. Однако тезис об интенсификации теплообмена за счет турбулентности сомнения не вызывает. В негативные стороны стоит отнести дополнительные технологические операции, увеличивающие конечную стоимость ТА.

Спирально-проволочное оребрение (wire form)

ТА со спирально-проволочным оребрением имеют малый вес и небольшую плотность, высокую проницаемость и теплопроводность. Используются в основном для воздушных масло- и топливоохладителей, систем нагрева и охлаждения воды и пара при больших давлениях. В связи с улучшением аэродинамических и тепловых характеристик охладителей [15]. Ребра выполняются в виде петель, затем спирально навиваются на несущую трубу. Крепление элементов внутреннего и наружного оребрения осуществляется медной проволокой, припаянной к трубам мягким припоем. Значимым недостатком является быстрое загрязнение промежутков пылью, пухом, насекомыми, что ведет к значительному ухудшению их тепловых характеристик [5].

Рис. 4. Теплообменные элементы с проволочной навивкой [5]

По данным разработчиков компании Concept Engineering International (Индия) и Sun Heat Transfer Technologies (Индия) проволочно-спиральное оребрение имеет ряд уникальных свойств [15]. Во-первых, высокую степень турбулентности, уменьшающую загрязнение теплообменной поверхности. Данное утверждение можно легко опровергнуть тем, что загрязнение мелкими частицами подавляется турбулентностью, а крупные фракции крайне критичны для такого рода ТА. Во-вторых, турбулентность, обеспечивая высокие коэффициенты теплоотдачи, повышает компактность теплообменника, чем снижает потери давления. В-третьих, диапазон рабочей температуры ТА может достигать 290°. В-четвертых, возможность использования многочисленного разнообразия материалов. В-пятых, проволочное оребрение можно применять как снаружи, так и внутри труб [15].

Представляется, что метод интересен ввиду большой площади поверхности и относительной простоты изготовления. Однако первым недостатком является чувствительность ТА к крупным фракциям загрязнения. К следующему можно отнести сложность технологического изготовления, нанесения припоя и конструктивная слабость к внешним механическим нагрузкам. От качества фиксации теплообменных элементов зависит прочность конструкции.

Указанные недостатки делают метод малоприменимым в большинстве отраслей.

Трубы с внутренними ребрами

Внутреннее оребрение способствует завихрению потока, ведущего к разрушению пограничного слоя, что уменьшает тепловое сопротивление, и повышает скорость теплопередачи. Такой подход позволяет увеличить поверхность теплообмена со стороны теплоносителя с меньшей теплоотдачей [16]. По сравнению с обычными трубами ТА с внутренним оребрением обладают более высоким коэффициентом теплопередачи [17, 18], который, в свою очередь, зависит от геометрической формы ребер и расстояния между ними. Внутреннее оребрение имеет многочисленное разнообразие, представляющее собой продольные или спиральные ребра разной высоты, выступы с насечками, шероховатости или желобки, примером являются продукты производства Noranda Metal Industries, представленные на рис. 5.

Исследования [19, 20] были в основном направлены на проблемы оптимизации поверхности внутреннего оребрения, с целью повышения эффективности, уменьшения размеров и веса ТА такого вида. Хилгинг и Куген [21] исследовали 10 конфигураций внутренних ребер, измерив для каждого типа оребрения коэффициент трения при разных температурных диапазонах, в результате было определено, что внутреннее оребрение увеличивает передачу тепла.

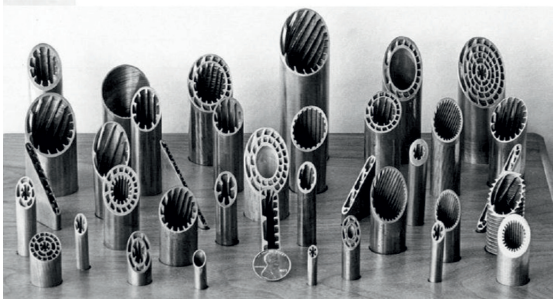


Рис. 5. Внутренне оребренные трубы (Noranda Metal Industries, Newtown, Connecticut)

При этом, ввиду наличия оребрения, учитывая высокое сопротивление, скорость потока значительно снижается, в результате и интенсивность теплообмена. На внутренних стенках со временем копятся отложения, что может полностью забить поток. К тому же процесс производства значительно повышает стоимость готового продукта.

Однако, несмотря на возраст идей, продолжение в промышленности они не получили, неприменимость в промышленности подтверждается наличием патентов от 1956 г. [22].

Турбулизаторы

Одним из наиболее перспективных способов интенсификации теплообмена является использование турбулизаторов. Турбулизаторы представляют собой дополнительные элементы, устанавливаемые в каналах ТА, в виде выступов (канавок) или стержней, перфорированных вставок, сеток, пружин и упругих нитей. Используются для принудительной турбулизации потоков, позволяющей разрушать вязкий пограничный подслой и перемешивать пристенные слои жидкости или газа [23]. Турбулентный режим течения в ТА предпочтительнее ламинарного из-за увеличения теплопередачи путем интенсивного перемешивания частиц. Наличие турбулизаторов улучшает эффективность теплопереноса по всему объему канала, обеспечивая при этом замедление потока и равномерность прогрева теплообменных элементов. Поскольку от конфигурации геометрических форм турбулизаторов зависит гидродинамическая структура движения потока и ее сопротив-

ление в канале. На современном этапе интерес к исследованию воздействия турбулизаторов не ослабевает [24, 25].

Предполагается, что ТА, снабженные турбулизаторами, так же как и с внутренним оребрением, не поддаются механической очистке, поэтому циркулирующая жидкость должна быть относительно чистой. Также к значительному недостатку следует прибавить стоимость турбулизирующих элементов и их установку. При прочих равных турбулизатор в канале создает дополнительное сопротивление по сравнению с гладкой трубой.

В этой связи использование турбулизаторов представляется возможным и целесообразным, но при нахождении оптимального соотношения возникающего сопротивления и прироста интенсивности теплообмена.

Оребрение плоскоовальных труб

В Национальном техническом университете Украины совместно с ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины разработали технологию неполного поперечного оребрения плоскоовальных труб, пример которых представлен на рис. 6 [26].

Авторы [26, 27] полагают, что нет необходимости оребрять лобовые и кормовые участки поверхностей плоскоовальной трубы, так как они являются «не работающими» в теплообмене частями. В связи с этим уменьшается вес конструкции теплообменника, увеличивается площадь эффективно омываемой поверхности ребер. Считается, что благодаря такой конструкции происходит турбулизация потока, вследствие взаимодействия потока с краями ребер, чем достигается повышение интенсивности конвективного теплообмена. Также отличаются низким аэродинамическим сопротивлением [28].

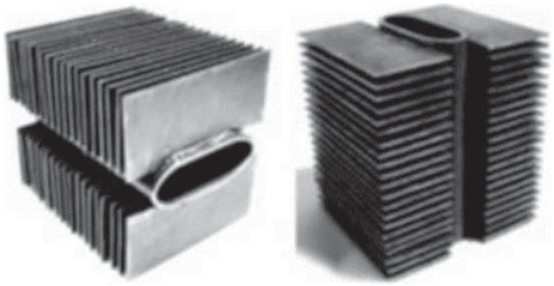


Рис. 6. Плоскоовально оребренные ТА [28]

Однако наше исследование – моделирование оребренного ТА (рис. 6) – доказывает, что эффективной частью в теплообмене являются лобовые части ребер, что делает их необходимыми элементами.

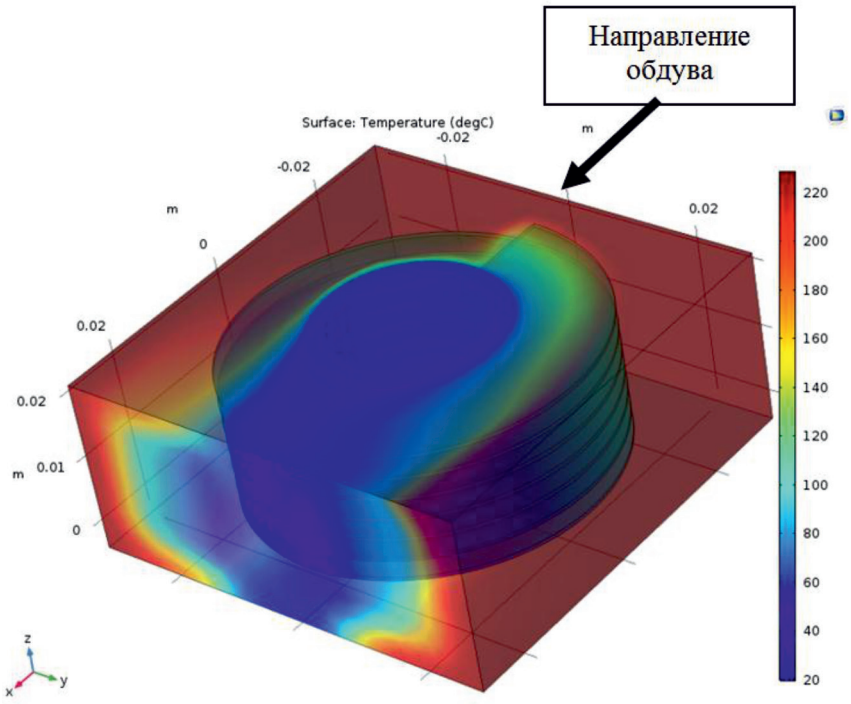


Рис. 7. Пример численного моделирования спирально оребренной трубы

На рис. 7 представлено численное моделирование стальной спирально-оребренной трубы, которая обдувается направленным газовым потоком. Внутри трубы имеется хладагент, в качестве воды с температурой 20 °С. Расчет проводился при наличии турбулентного газового потока. Как видим, на рисунке лобная часть является «рабочей» зоной, от которой и начинается распространение теплового потока.

Предполагается, что при моделировании плоскоовальной трубы результат аэродинамики обтекания воздухом будет аналогичным ввиду одинаковых начальных условий. Поэтому необходимо провести дополнительные работы по численному моделированию овально-оребренной трубы, чтобы снять возникающие вопросы [29].

Проанализированный материал отражен в таблице, в которой подробно расписаны положительные и отрицательные стороны каждого метода.

Каждый из приведенных методов интенсификации теплообмена в виде изменения конструкции нашел свое применение в какой-либо отрасли. Плоскоовальные трубы имеют сложный процесс изготовления, поэтому используются в сферах, в которых важным критерием является интенсификация теплообмена любой ценой. Просечное оребрение – способ с минимальными расходами, который внедрен в массовое производство. Проволочное оребрение имеет массовый спрос в простых энергетических областях, где необходимы минимальные затраты, а эффективность ТА не имеет значения. Ошипованные ТА используются только в условиях агрессивной среды. Продольное оребрение применяется в криогенных ТА, в условиях низких температур, в которых имеет значение ламинарный режим течения. В случае внутреннего оребрения обычно дополнительно изменяют внешнюю и внутреннюю часть ТА, для получения максимального теплообмена. Турбулизаторы представляют собой недорогой способ интенсификации теплообмена, но их применение возможно только, если конструктивные особенности ТА позволяют повышение сопротивления по воде.

Сопоставление характеристик, представленных в обзоре

	Изменение конструкции трубы	Изменение конструкции ребра				Изменение внутренней части трубы	
	Оребрение плоскоовальных труб	Просечное	Проволочное	Ошипованное	Продольное	Оребрение	Турбулизатор
Количество технолог. операций	>4	>1	>3	>2	>3	>3	>2
Метод соединения элементов	Сварка	Навивка	Навивка, пайка	Контактная сварка	Экструзия, контактная сварка	Экструзия	Вставка
Энергопотребление при производстве	Высокое	Низкое	Низкое	Среднее	Высокое	Среднее	Низкое
Турбулизация потока	Есть	Есть	Есть	Отсутствует	Отсутствует	Высокое	Есть
Аэродинамическое сопротивление	Низкое	Высокое	Среднее	Низкое	Высокое	Низкое	Низкое
Гидравлическое сопротивление	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Высокое	Высокое
Скорость оребрения	Низкая	Низкая	Высокое	Низкая	Низкая	Низкая	Высокое
Интенсивность теплообмена	Высокое	Высокое	Среднее	Низкое	Зависит от конструкции ребер	Высокое	Высокое
Использование в промышленности	Есть примеры у производителей	Массово производится	Есть на теоретическом уровне	Есть примеры у производителей	Есть примеры у производителей	Есть примеры у производителей	Есть примеры у производителей

Как видим, для интенсификации теплообмена существуют определенные решения, большинство из приведенных методов оребрения являются узкоспециализированными. К тому же недостаточно проработаны и имеют недостатки и, как результат, не могут претендовать на замену метода оребрения с помощью ТВЧ. За исключением просечного оребрения, так как передовые заводы используют данную технологию всемирно.

Выводы

Энергетическая эффективность является одной из причин целесообразности интенсификации теплообмена, к основным способам которой можно отнести:

– увеличение площади поверхностей теплообмена путем оребрения;

– конструирование сложных форм поверхностей ТА, способных турбулизировать проходящий воздушный поток;

– уменьшение размеров и массы ТА;

– изменение аэродинамического сопротивления;

– конструирование внутренней части труб для воздействия на поток с целью его турбулизации.

Однако изменение одних параметров ТА может негативно отражаться на других характеристиках. Например, увеличение площади поверхности теплообмена повышает сопротивление, создание сложных форм влияет на конечную стоимость готового продукта, уменьшение размеров теплообменных элементов приводит к снижению теплоемкости ТА.

Подводя итоги, охарактеризовав изученные методы оребрения ТА, рассмотрев их достоинства и недостатки, можно сделать вывод о том, что они недостаточно эффективны и не претендуют на универсальность. В связи с этим предлагается менять не методологию получения ТА, а сам подход к оребрению. Другими словами, оребрять ТА спирально-винтовой лентой классическими методами, при этом модифицировав установку для оребрения более современными устройствами.

Данная работа выполнена в рамках Государственного контракта № 3003ГС1/45342 от 02.04.2019 г. с Фондом содействия инновациям и Договора целевого финансирования № 13/81/2019 от 24.04.2019 г. с НО «ИВФ РТ».

Список литературы

1. Тимохин И.В. Повышение эффективности теплообменных аппаратов на основе модификации теплообменных поверхностей (оребрение) с использованием ПАВ // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2018. № 28(49). [Электронный ресурс]. URL: https://nauchforum.ru/journal/stud/49/44483 (дата обращения: 25.05.2019).

2. Jong M.C., Yonghan K., Mooyeon L., Yongchan K. Air side heat transfer coefficients of discrete plate finned–tube heat exchangers with large fin pitch. Applied Thermal Engineering. 2010. vol. 30. no 2–3. P. 174–180. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2009.08.001.

3. Лобанов И.Е., Штейн Л.М. Теория интенсифицированного теплообмена и эффективности его применения для перспективных компактных теплообменных аппаратов, применяемых в современном металлургическом производстве // Альманах современной науки и образования. 2010. № 3 (34). С. 24–42.

4. Афанасьева И.В. Существующие технологии оребрения труб // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5677 (дата обращения: 25.05.2019).

5. Shah R.K., Sekulic D.P. Fundamentals of Heat Exchanger Design. Jon Wiley & Sons, 2003. 941 p.

6. Горобец В.Г. Сравнительный анализ теплоотдачи и гидравлического сопротивления пучков труб с оребрением различного типа // Дисперсные потоки и пористые среды. Интенсификация теплообмена: Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену. Т. 6. (Москва, 23–27 октября 2006 г.). М.: Издательский дом МЭИ, 2006. С. 182–186.

7. Haldar S.C., Kochhar G.S., Manohar K., Sahoo R.K. Numerical study of laminar free convection about a horizontal cylinder with longitudinal fins of finite thickness. International Journal of Thermal Sciences. 2007. vol. 46. no. 7. P. 692–698. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2006.10.001.

8. Сергеев И.П., Деменок С.Л., Богданов Д.М. Краткое изложение основных положений технического расчета конвективного теплообмена при движении жидкости в прямых трубах круглого и поперечного сечения: учеб. пособие. СПб.: Страта, 2018. 64 с.

9. Global metals distributor [Электронный ресурс]. URL: http://www.ts-aceroinoxidable.com (дата обращения: 25.05.2019).

10. Tube Supply International Ltd [Электронный ресурс]. URL: https://www.tubesupplyinternational.co.uk (дата обращения: 25.05.2019).

11. Lemouedda A., Schmid A., Franz E., Breuer M., Delgado A. Numerical investigations for the optimization of serrated finned-tube heat exchangers. Applied Thermal Engineering. 2011. vol. 31. no. 8–9. P. 1393–1401. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2010.12.035.

12. Терех А.М., Шаповал О.Е., Письменный Е.Н. Среднеповерхностный теплообмен в поперечно-омываемых коридорных пучках труб с разрезным спиральноленточным оребрением // Промышленная теплотехника. 2001. № 1–2. С. 35–41.

13. Юдин В.Ф. Разработка методик теплового и аэродинамического расчета пучков оребренных труб энергетических установок: дис. ... докт. тех. наук. Ленинград, 1983. 472 с.

14. Anoop B., Balaj C., Velusamy K. A characteristic correlation for heat transfer over serrated finned tubes. Annals of Nuclear Energy. vol. 85. P. 1052–1065. DOI: 10.1016/j.anucene.2015.07.025.

15. Попов И.А., Махянов Х.М., Гуреев В.М. Физические основы и промышленное применение интенсификации теплообмена / Под общ. ред. Ю.Ф. Гортышова. Казань: Изд. дом «Логос», 2012. 559 с.

16. Rohit S.N., Balaji C. Synergistic analysis of heat transfer characteristics of an internally finned two phase closed thermosiphon. Applied Thermal Engineering. 2016. vol. 101. P. 720–729. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.01.084.

17. Swastik A., Sukanta K.D. Natural convection heat transfer from a horizontal hollow cylinder with internal longitu-

dinal fins. International Journal of Thermal Sciences. 2018. vol. 134. P. 40–53. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2018.07.039.

18. Luanfang D., Xiang L., Hao P. Flow and heat transfer characteristics of a double-tube structure internal finned tube with blossom shape internal fins. Applied Thermal Engineering, 2018. vol. 128. P. 1102–1115. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2017.09.026.

19. Fabbri G. Heat transfer optimization in internally finned tubes under laminar flow conditions. International Journal of Heat and Mass Transfer. 1998. vol. 41. no. 10. P. 1243–1253. DOI: 10.1016/S0017-9310(97)00209-3.

20. Hao P., Lin L., Xiang L., Yang L. Thermo-hydraulic performances of internally finned tube with a new type wave fin arrays. Applied Thermal Engineering. 2016. vol. 98. P. 1174–1188. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2015.12.115.

21. Hilding W.E., Coogan C.H. Heat transfer and pressure drop in internally finned tubes. Symposium on Air Cooled Heat Exchangers, ASME. N.Y., 1964. P. 57–84.

22. Gaddis H.L., Myers G.W., Welsh O.S. Method of making internally finned heat exchanger tubes // Патент США № US2731709A. 24.01.1956.

23. Гортышов Ю.Ф. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования // Интенсификация теплообмен / Под общ. ред. Ю.Ф. Гортышова. Казань: Центр инновационных технологий, 2009. 531 с.

24. Светлов Ю.В. Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах с турбулизаторами потока: Теория, эксперимент, методы расчета. М.: ИНФРА-М, 2016. 304 с.

25. Дзюбенко Б.В., Мякочин А.С. Моделирование теплогидравлических процессов в каналах с вихревыми интенсификаторами теплообмена. М.: Изд-во МАИ, 2016. 216 с.

26. Письменный Е.Н., Багрий П.И., Терех А.М., Семеняко А.В. Оптимизация оребрения новой теплообменной поверхности на основе плоскоовальных труб // Инженерно-физический журнал. 2013. № 5. С. 1002–1007.

27. Патон Б.Е. Исследования и разработки ИЭС им. Е.О. Патона для современной энергетики // Сварка и родственные технологии. 2013. № 10–11. С. 14–22.

28. Письменный Е.Н., Терех А.М., Баранюк А.В., Бурлей В.Д. Теплообмен и аэродинамическое сопротивление малорядных пучков плоскоовальных труб с неполным оребрением // Тепло- и массообменные аппараты. 2010. № 5. С. 34–41.

29. Видин Ю.В. Инженерные методы расчета задач теплообмена. М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. 168 с.

УДК 004.7

РАЗВИТИЕ СТЕНДОВ ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Денисова Е.В., Черникова М.А.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова – обособленное структурное подразделение ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, e-mail: denisova.anrb@mail.ru, chernikovamarina18@gmail.com

В настоящей статье рассматривается процесс становления стендов полунатурного моделирования с точки зрения развития сложных систем, имеющих различную физическую природу. Целью работы является создание комплексного подхода к разработке стенда нового поколения. Подробно рассмотрено развитие математических моделей газотурбинного двигателя и топливной системы, а также история развития стендов полунатурного моделирования. Приведено сравнение современных существующих стендов, предназначенных для исследования системы автоматического управления газотурбинным двигателем. Предложена структура автоматизированного стенда полунатурного моделирования, использующая вычислительный стенд для моделирования элементов топливных систем, который учитывает характер топлива, материалов и элементов. Проведенное исследование помогло установить, что в процессе полунатурного моделирования удачно сочетаются достоинства математического и натурного моделирования и может быть достигнуто оптимальное взаимодействие между вычислительными и натурными экспериментами. Разработана реляционная модель базы данных вычислительного стенда для моделирования элементов топливных систем. Данная модель, составленная при помощи клиент-программы, содержит уникальный код, передаваемый во внешнюю базу данных, и позволяет идентифицировать ее в библиотеке программы-клиента. Комплексный подход к созданию стенда полунатурного моделирования позволит существенно сократить затраты на испытания и выбрать необходимую конструкцию топливных элементов.

Ключевые слова: система автоматического управления, газотурбинный двигатель, стенд полунатурного моделирования, вычислительный стенд, база данных, математическая модель, технология полунатурного моделирования

DEVELOPMENT OF SEMI-DURABLE MODELING STANDS FOR THE RESEARCH OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF A GAS-TURBINE ENGINE

Denisova E.V., Chernikova M.A.

Mavlyutov Institute of Mechanics – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, e-mail: denisova.anrb@mail.ru, chernikovamarina18@gmail.com

This article discusses the process of the formation of stands of semi-natural modeling from the point of view of the development of complex systems having a different physical nature. The aim of the work is to create an integrated approach to the development of the stand of the new generation. The development of mathematical models of the gas turbine engine and fuel system, as well as the history of the development of stands for semi-natural modeling, are considered in detail. Comparison of the modern existing stands intended for a research of a system of automatic control of the gas-turbine engine is given. The structure of the automated stand of the semi-natural modeling is proposed using a computer stand for modeling the elements of fuel systems, which takes into account the nature of the fuel, materials and elements. The conducted research helped to establish that in the course of semi-natural modeling advantages of mathematical and natural modeling are successfully combined, and optimum interaction between computing and natural experiments can be reached. The relational model of the database of the computing stand is developed for modeling of elements of fuel systems. This model, compiled with the help of a client program, contains a unique code that is transferred to an external database and allows it to be identified in the client program library. An integrated approach to creating a bench of semi-natural modeling will significantly reduce the cost of testing and select the necessary fuel cell design.

Keywords: automatic control system, gas turbine engine, stand of semi-natural modeling, computer stand, database, mathematical model, technology of semi-natural modeling

Исторически сложилось так, что первые системы автоматического управления (САУ) газотурбинными двигателями (ГТД) были гидромеханическими и представляли собой обыкновенный центробежный регулятор. Конструктивно центробежный регулятор был встроен в систему топливопитания, а в кабине пилота находилась рукоятка управления двигателем, с помощью которой изменялась затяжка пружины центробежного регулятора и, соответственно, режим работы двигателя.

По мере появления новых поколений ГТД увеличился и набор функций, выполняемых САУ [1]: резко возросло количество управляющих и управляемых параметров (до 16 на современных ГТД). В структуру современных САУ встроен бортовой компьютер, а исполнительная гидромеханическая часть системы совмещена с системой топливопитания.

Расширение функциональных возможностей САУ ГТД привело к необходимости поиска механизма проектирования и доводки САУ в автономном режиме, т.е. до установки ее на ГТД. Такой подход был найден и получил название «полунатурное моделирование».

Термин «полунатурное моделирование» появился в середине прошлого столетия, что было связано с появлением вычислительной техники. По своей сути этот термин означает, что часть реальной САУ заменяется ее математической моделью. Чаще всего именно ГТД заменялся моделью, а остальные элементы САУ – электронный блок, датчики, топливные агрегаты – были реальными. Так появились стенды полунатурного моделирования (СПМ).

В настоящей статье рассматривается процесс становления СПМ с точки зрения развития сложных систем, имеющих различную физическую природу.

Рассмотрим вопрос о том, какое содержание вкладывается в само понятие «развитие сложных систем», к которым и относятся СПМ.

Для технических систем более привычно понятие развития как процесса последовательной смены поколений системы, характеризуемых собственными жизненными циклами, включающую в себя последовательную смену этапов: зарождение, функционирование, эволюция, деградация, перерождение [2].

Система считается развивающейся, если она способна переходить целенаправленно из одного качественного состояния в другое.

Рассматривая СПМ как сложную техническую систему, выделим его основные элементы: ГТД и его модель, агрегат дозирования топлива (АДТ) (другое название – насос-регулятор (НР)) и его модель, электронный блок управления и его модель. В структуре СПМ также присутствуют: система контроля и измерения параметров, датчики, имитаторы датчиков и т.д. Однако остановим свое внимание именно на трех основных вышеперечисленных элементах и рассмотрим процесс их развития в зависимости от конкретного назначения СПМ последовательно на примере развития его основных составляющих блоков: моделей ГТД, моделей насосов-регуляторов и электронной аппаратуры.

Цель работы: создание комплексного подхода к разработке полунатурного стенда нового поколения.

Развитие математических моделей ГТД

Первые модели для исследования САУ ГТД представляли собой линейное звено первого порядка [3], при этом коэффициент усиления рассчитывался в окрестности рабочей точки по статической характеристике, а постоянная времени – по переходному процессу. При изменении режима работы ГТД все расчеты повторялись. Процесс был достаточно трудоемким и неэффективным.

С развитием методов газодинамического расчета ГТД и совершенствованием технологии его испытаний была экспериментально получена динамическая характеристика (ДХ) двигателя [3], представляющая собой набор зависимостей «расход топлива – частота вращения ротора турбокомпрессора» при постоянном ускорении ротора. В дальнейшем именно ДХ использовалась для моделирования ГТД, но при этом совершенствовались методы ее представления уже в зависимости от применяемой вычислительной техники.

Перечислим несколько наиболее широко применяемых видов моделей.

Кусочно-линейная модель двигателя

Совокупность линейных моделей для различных установившихся режимов в сочетании с правилом, позволяющим выбрать одну из моделей в каждой расчетной точке [4].

Быстросчетная динамическая модель ГТД с переменными коэффициентами

Как описано в работе [5], такая модель базируется на методах построения динамических моделей с переменными коэффициентами в сочетании с идеей объединения параметров линейной динамической модели с нелинейными статическими характеристиками. При этом точность воспроизведения статических и динамических свойств ГТД такими моделями определяется точностью задаваемых параметров и их количеством. Именно этот тип моделей наиболее широко применяется в настоящее время, несмотря на существенные недостатки: невысокая динамическая точность, качество перехода с одной модели на другую зависит от выбора способа «склейки» моделей.

Нейросетевая модель

Нейросетевой подход к представлению модели двигателя в виде «черного ящика» предполагает использование нейронной сети (НС) с определенной структурой и с большим количеством настраиваемых коэффициентов [6].

Известно, что выбор структуры математических моделей для аппроксимации функций нескольких переменных с помощью классических методов достаточно проблематичен. Поэтому НС-модели подходят

для того, чтобы аппроксимировать нелинейные характеристики с высокой точностью и обеспечить вычисления в реальном масштабе времени. К недостаткам нейросетевого подхода можно отнести: подбор обучающей выборки, структуры сети, алгоритма обучения [7].

Развитие математических моделей гидравлических исполнительных устройств

Гидравлическое исполнительное устройство, основным элементом которого является АДТ с дроссельной иглой, имеет целый ряд особенностей: большое разнообразие элементов (дроссели постоянного или переменного сечения, поршни, заслонки, пружины и т.д.); различные связи между элементами (гидравлические, механические, комбинированные); тесная связь между схемой и конструкцией; наличие «паразитных нелинейностей», например сухое трение; ограничение рабочей зоны как отдельных элементов, так и узлов.

Ссылаясь на полученные результаты в работе [8, 9], где показано, что для моделирования АДТ используется передаточная функция элемента, представляющая собой апериодическое или колебательное звено. Такая передаточная функция получается из нелинейной системы дифференциальных уравнений, в которую входят баланс сил на сервопоршне дроссельной иглы и баланс расходов в проточных полостях подвижных элементов. Качество управления двигателем снижается при изменении режима работы элемента, что требует корректировки алгоритмов управления. Проблематичность автоматизации такого метода связана с затруднительной автоматизацией, так как в процессе работы элемента получается приближенный результат. А также математическая формула не всегда отражает реальную конструкцию АДТ.

Однако именно такой метод в настоящее время используется на СПМ, на которых производится отладка алгоритмов управления ГТД [10]. Для получения более достоверных результатов испытаний целесообразно использовать не модели АДТ, а реальные НР в сочетании с реальной электронной аппаратурой, поскольку динамические процессы, происходящие в реальном агрегате, носят сложный нелинейный и многочастотный характер [11, 12].

Для подтверждения вышесказанного рассмотрим различные варианты СПМ.

История создания СПМ

Первые СПМ, появившиеся в середине прошлого столетия, были оборудованы аналоговыми ЭВМ (МН-7 и т.п.), что ограничивало возможности СПМ [13].

В дальнейшем в состав СПМ уже вошли аналого-цифровые комплексы, что позволило исследовать работу САУ ГТД на различных режимах, включая нештатные ситуации (стенд У-100, разработанный в Центральном институте авиационного моторостроения ЦИАМ).

Структура такого СПМ представлена на рис. 1.

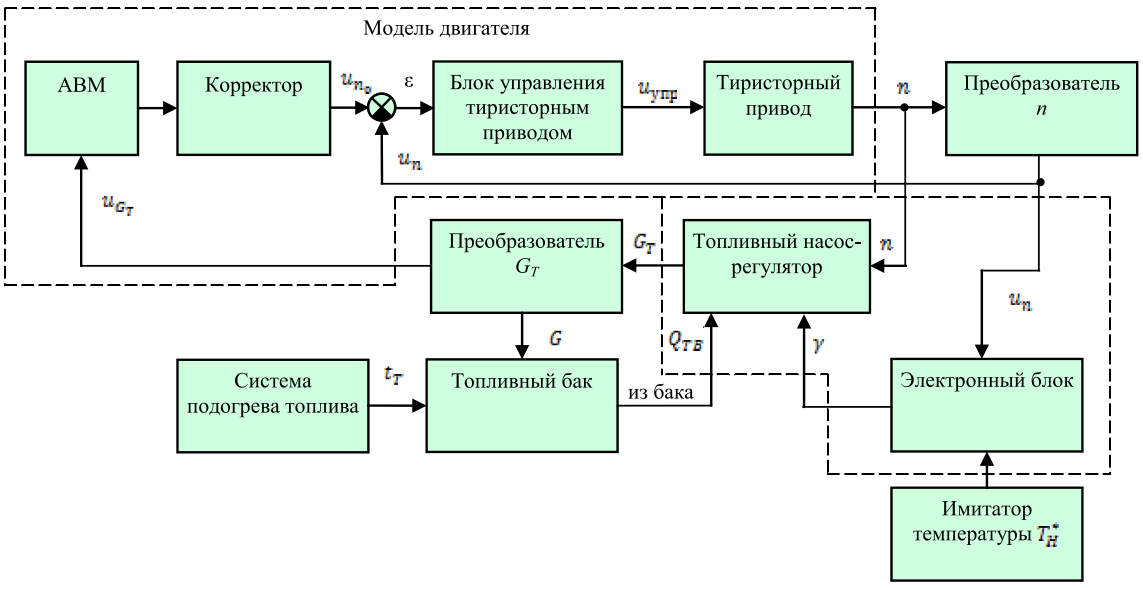


Рис. 1. Функциональная схема первых СПМ [13]

СПМ функционировал следующим образом. На аналоговой ЭВМ реализована имитационная модель ГТД, в основу которой положена его ДХ, полученная расчетным или экспериментальным путем. Сигнал с аналоговой вычислительной машины (АВМ), пропорциональный требуемой частоте вращения ротора ГТД, поступает на вход тиристорного электропривода, который, в свою очередь, приводит во вращение НР. Изменением требуемого расхода топлива управляет электронный блок в зависимости от заданной программы управления ГТД. Сигнал с датчика расхода топлива поступает опять на вход АВМ, а само топливо возвращается в топливный бак через систему фильтров. Таким образом, топливо циркулирует по замкнутому кругу не выгорая.

Именно этим фактом обеспечивается сравнительно невысокая стоимость проводимых испытаний [14].

Подобный СПМ позволил существенно расширить диапазон проводимых испытаний, а именно: снимать статические и динамические характеристики системы и ее элементов; исследовать САУ ГТД на устойчивость во всем многообразии режимов работы и условий применения; имитировать нештатные режимы работы, например отказы датчиков; оценивать влияние изменения физико-механических свойств топлива на работу системы.

Технология проведения испытаний на СПМ была достаточно трудоемкой, поскольку приходилось многократно останавливать стенд и проводить настройку НР в соответствии с требованиями технического задания. Поэтому на следующих поколения СПМ реальную топливную аппаратуру заменили ее имитационными моделями различного уровня сложности, начиная от передаточной функции до системы нелинейных дифференциальных уравнений.

Развитие вычислительной техники позволило осуществить переход от аналоговой ЭВМ к высокопроизводительным компьютерам, а появление алгоритмов, работающих в режиме реального времени, существенно расширило возможности СПМ.

Современные стенды полунатурного моделирования

В таблице приведено описание существующих СПМ, предназначенных для исследования САУ ГТД.

Существующие СПМ (составлена на основе [15–19])

Название	Необходимость наличия объекта исследования	Назначение
Стенд разработки НПП «МЕРА»	Объект исследования (ГТД)	Оптимизация используемых компонентов, конструкционных материалов, конструкторских решений, анализ напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов для согласования результатов испытаний с расчетными значениями. Статические испытания имитатора двигателя ПД-14
ИВК InSys	Объект исследования (ГТД)	Сбор и регистрация данных испытания ГТД или их агрегатов и контроль за процессом испытания в режиме реального времени
УИВК, реализованный в рамках проектов ОАО «НПО «Сатурн» (совместно с НПП «Молния»)	Объект исследования (ГТД)	Комплексная автоматизация процесса испытаний ГТД
Стенд разработки ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского	Компьютерные модели объекта (ГТД), гидромеханических и пневматических исполнительных частей САУ, контроля и диагностики (САУКД типа FADEC), физические модели датчиков и электрических исполнительных механизмов, а также натурные блоки системы управления типа FADEC	Программный комплекс для моделирования и анализа динамики самолета для пилотажных стендов и стендов для экспериментальной отработки системы управления и ее элементов
Стенд разработки ОКБ «СУХОГО» и МГУ им. М.В. Ломоносова	Корпус двигателя (с демонтированными роторами компрессора и турбины) с автоматикой топливорегулирующей аппаратуры и органов механизации воздухозаборника	Наземная интеграция бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО), средств вооружения истребителя, а также сопровождение летных испытаний ПАК ФА

Наибольший интерес для разработчиков представляет СПМ САУ ГТД, полученный на НПО «Сатурн». Основное назначение испытательного стенда – комплексная автоматизация процесса испытаний ГТД, включая сбор данных, хранение и постобработку данных, а также управление стендовыми системами [16].

Создание СПМ потребовало и создания технологии полунатурного моделирования [3].

Экспериментальные исследования и моделирование ГТД и их САУ являются одним из важнейших и необходимых этапов при их разработке, доводке, проверке функционирования и сертификации. Такие исследования требуют создания специальной технологии комплексного моделирования, позволяющей подтверждать надежность, работоспособность и требуемые характеристики систем до установки их на двигатель или самолет. Наличие такого подхода позволяет сократить объем и сроки дорогостоящих натурных испытаний.

Современная технология полунатурного комплексного моделирования ГТД и его систем представляет собой совокупность методов моделирования, методик испытаний, комплекса программных и аппаратных средств в составе СПМ. Данная технология отличается большим разнообразием структур и наличием большого количества аппаратных и программных решений, особенно тех, что касаются системы имитации физических сигналов датчиков и исполнительных механизмов САУ ГТД [21].

На рис. 2 представлена схема СПМ, реализованного в НПП «Молния».

Анализируя представленные материалы по СПМ, можно сделать вывод, что в научной литературе при описании возможностей СПМ речь практически всегда идет об имитаторах исполнительных систем, таких как АДТ или НР. Объяснить этот факт достаточно просто – технология настройки ручная, достаточно трудоемкая и сводится, по сути, к многократной замене дроссельных пакетов и изменению затяжки пружин в элементах НР. Поэтому до проведения испытаний всей САУ на СПМ целесообразно провести вычислительный эксперимент, с помощью которого определить диапазон требуемых значений регулировочных параметров элементов НР.

Под вычислительным экспериментом будем понимать моделирование сложного технического устройства – НР – с проведением систематического исследования и построением его обобщенных статических и динамических характеристик.

Принято выделять следующие этапы вычислительного эксперимента: постановка задачи исследования; разработка автоматизированного виртуального стенда; проведение исследований; получение основных требуемых характеристик [21].

Под виртуальным стендом понимают совокупность исходных данных, математических моделей, алгоритмов и программ, которые в полной мере могут обеспечить проведение вычислительного эксперимента, т.е. исследовать техническое устройство.

В работе [22] рассматривается методика проведения вычислительного эксперимента. На примере сервопоршня дроссельной иглы АДТ. Данная методика положена в основу виртуального стенда.

Как вариант дальнейшего развития СПМ рассмотрим возможности объединения в единую информационную среду вычислительного стенда и СПМ.

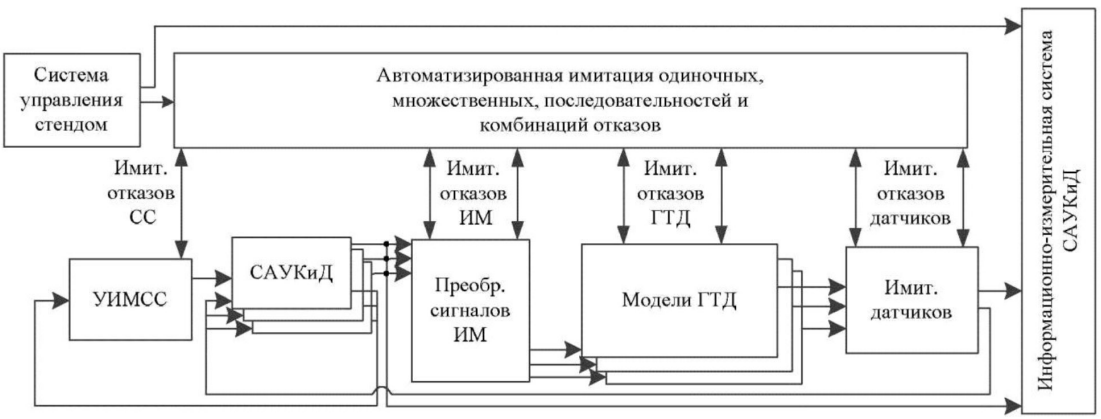


Рис. 2. Схема универсального стенда полунатурного моделирования системы автоматического управления, контроля и диагностики ГТД [20]

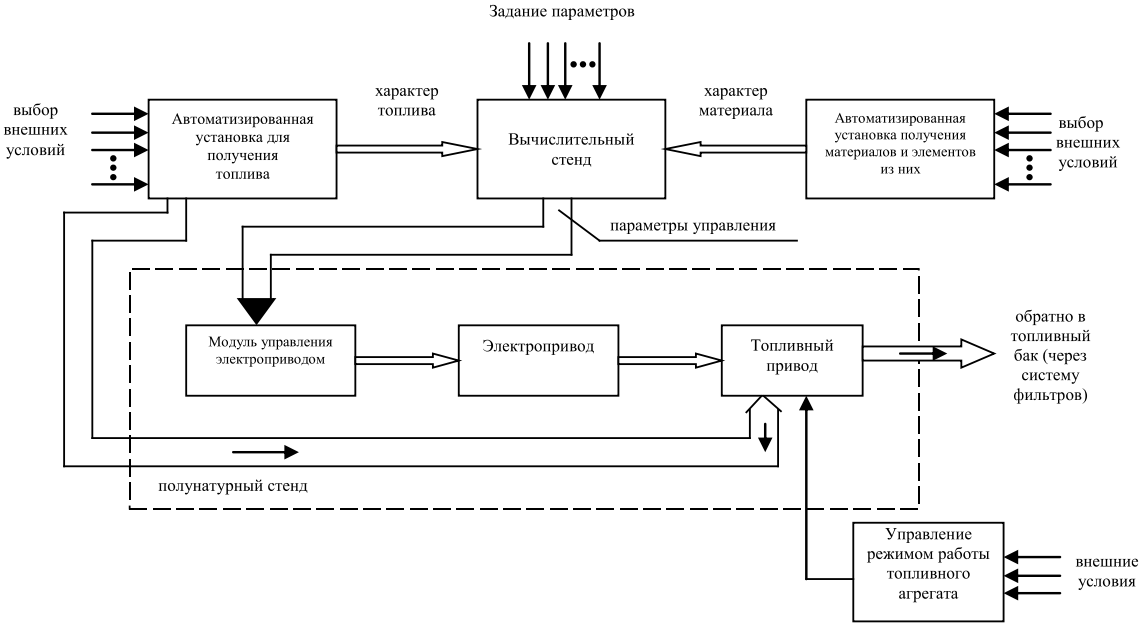


Рис. 3. Структура автоматизированного СПМ

Поскольку в настоящее время ведутся интенсивные работы по повышению эффективности различных видов авиационной и ракетной техники за счет применения в топливной системе новых конструкционных материалов, обладающих предельной прочностью и износостойкостью и ориентированных на использование новых видов топлив, представляется целесообразным расширить возможности СПМ. Осуществить подобное расширение возможно за счет введения в структуру СПМ вычислительного стенда, с помощью которого проводится настройка топливного агрегата до проведения полунатурного эксперимента [23].

Создание автоматизированного стенда, включающего в себя автоматизированные установки получения топлива, а также материала с заданными свойствами, с одновременным проведением сначала вычислительного эксперимента, а затем и полунатурного, позволит существенно сократить затраты на испытания, выбрать необходимую конструкцию топливных элементов. Предполагается, что все установки, входящие в состав стенда, будут объединены в единое информационное поле, что позволит корректировать процесс испытаний. Аналогов подобных СПМ нет.

В рамках настоящей работы описывается решение нескольких взаимосвязанных задач, объединенных в единый комплексный подход, основанный на применении современных информационных технологий. Структура автоматизированного СПМ приведена на рис. 3.

Информация с автоматизированных установок получения топлива и материала с заданными свойствами передается на вычислительный стенд, на котором исследуются элементы топливного агрегата и проводится их настройка. По полученным данным корректируются параметры топливной системы и проводятся полномасштабные испытания на СПМ.

Созданию подобного вычислительного комплекса для СПМ предшествует определенный цикл работ, что перечислено ниже.

Для уменьшения разброса физико-механических параметров полученных материалов и обеспечения устойчивости их свойств необходимо создание математических моделей процессов изготовления соответствующих элементов (золотниковых пар, гидросопротивлений и т.п.). Основываясь на данных, полученных в ходе вычислительных экспериментов, предполагается оптимизировать условия и режимы технологических процессов получения новых материалов.

Ссылаясь на работу [24], в которой описано, что «топлива для сверхзвуковой авиации должны обладать рядом специальных свойств, в том числе: высокая плотность, низкое содержание серы и ароматических углеводородов, приемлемые низкотемпературные свойства. Особое внимание уделяется плотности топлив – высокая плотность обеспечивает прирост мощности двигателя, увеличивает максимальную развиваемую

скорость и дальность полета». Динамические процессы в топливной автоматике зависят от плотности применяемого топлива, учитывая это свойство топлива, становится возможной коррекция настройки топливной автоматики в целом, что позволит повысить точность алгоритмов управления летательным аппаратом.

Согласно мировой статистике, большинство аварий в авиации происходят по вине топливной автоматики. Основная причина – разрушение элементов и попадание в регулировочные отверстия металлических микрочастиц. Это приводит к изменению режима работы двигателя и может вызвать аварийную ситуацию вплоть до разрушения топливной системы. Возможно появление кавитационных режимов работы топливных агрегатов, особенно при предельно допустимых условиях эксплуатации. Определенные проблемы возникают и при переходе с одного вида топлива на другой, что требует полной перенастройки топливной аппаратуры, а следовательно, и проведения нового цикла испытаний.

Опираясь на описанное выше, для вычислительного стенда разрабатывается комплекс математических моделей для описания гидродинамических процессов, протекающих в элементах топливной автоматики с учетом материала, из которого они изготовлены, их конструктивных особенностей и физико-механических свойств топлива, а также режимов эксплуатации, включая кавитационные режимы.

Далее изготавливаются элементы топливной автоматики (сервопоршни, золотниковые пары, дроссельные пакеты и т.д.), производятся сборка агрегата и испытания уже на типовом полунатурном стенде с управлением от вычислительного стенда. Предусмотрена имитация различных режимов работы и условий применения летательного аппарата [24].

Ниже представлена структура вычислительного стенда для моделирования элементов топливных систем (рис. 4).

Связь между блоками на схеме обозначена стрелками. Все блоки объединены в локальную вычислительную сеть (ЛВС). Задание параметров топлива, материалов и элементов осуществляется с помощью ручного ввода через человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) и с использованием датчиков. OPC-сервер обеспечивает передачу данных между контроллером (блок «драйверы модуля управления контроллером»), внешними программами (блок «клиент-программа, осуществляющая расчет математической модели») и ЧМИ, реализованным с помощью *SCADA*. Любой сигнал модели может быть передан на сервер и, соответственно – в контроллер. С помощью центрального ЧМИ предусмотрена возможность изменять необходимые параметры, поступающие на OPC-сервер и таким образом регулировать ход эксперимента. Также OPC-сервер осуществляет функцию хранения экспериментальных данных для дальнейшего анализа.

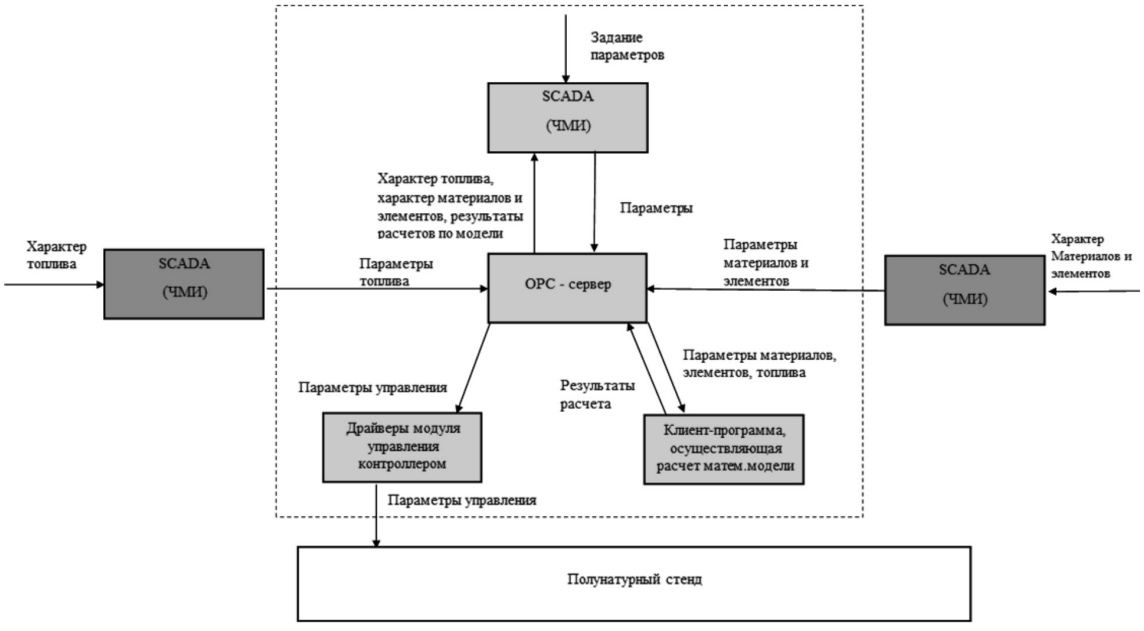


Рис. 4. Структура вычислительного стенда для моделирования элементов топливных систем [24]

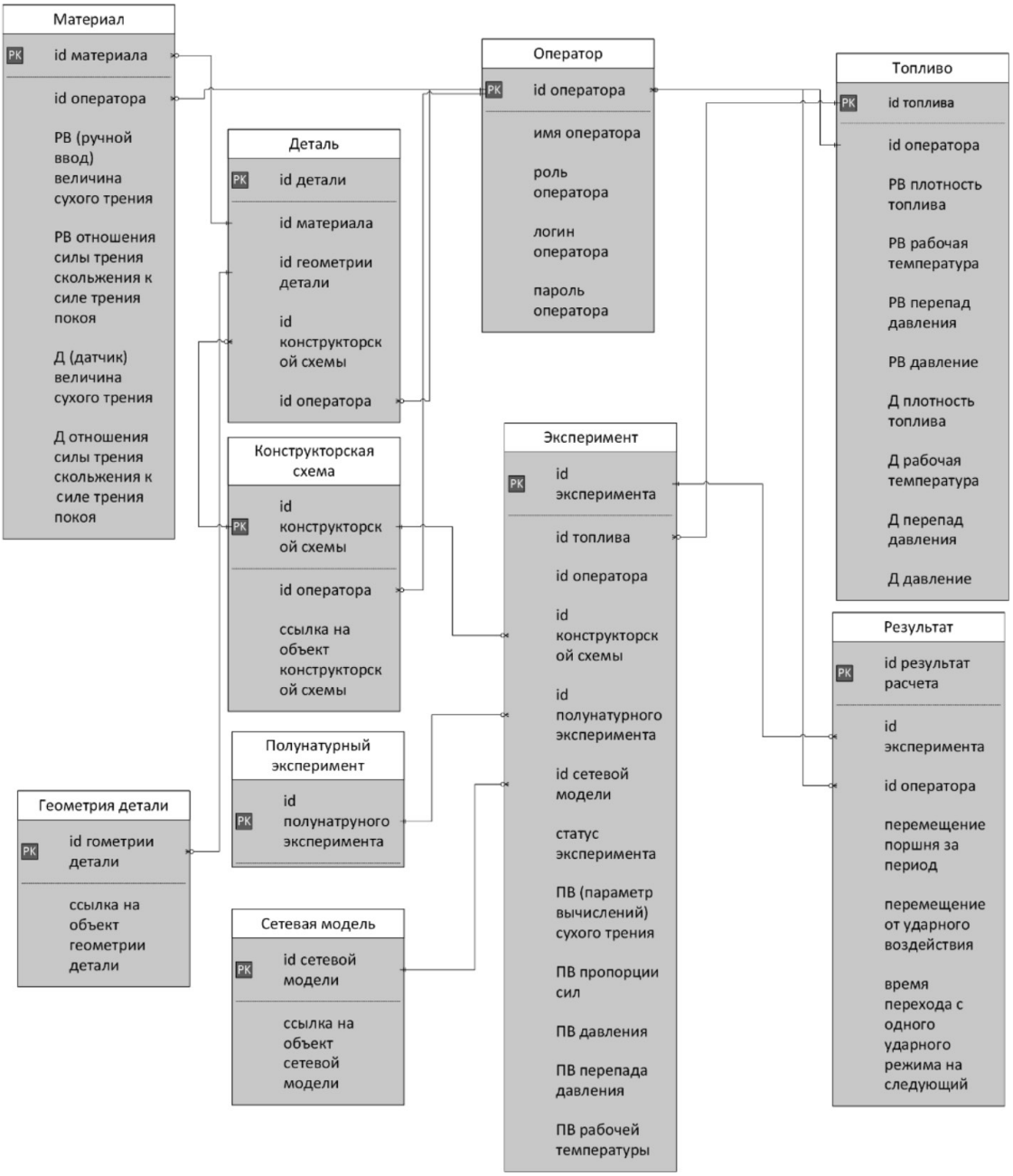


Рис. 5. Модель БД вычислительного стенда для моделирования систем топливной автоматики [24]

Для разработки модели базы данных (БД) вычислительного стенда моделирования элементов автоматики топливных систем необходимо: определить «сущности» и их параметры; обеспечить доступ к системе пользователей с различными правами доступа; обеспечить возможность проведения эксперимента.

Данные о пользователях с правами доступа хранятся в таблице «Оператор». Для разграничения прав доступа к разным частям системы вводятся роли. Проведение эксперимента требует использования входных данные, полученных с датчиков, так и ручным способом через ЧМИ одного из операторов. Данные с датчиков и введенные с ручного ввода сохраняются в таблицах «Топливо» и «Материал» в исходном виде. В таблицу «Эксперимент» сохраняются данные, выбранные для проведения эксперимента.

Внешняя клиент-программа содержит параметры деталей и конструкторскую схе-

му АДТ, которая обращается к собственной библиотеке деталей и их параметров. В зависимости от конструкторской схемы меняется и сетевая модель, используемая для расчетов. Выбор сетевой модели также осуществляется внешней программой-клиентом. Выбранные параметры передаются в общую БД при помощи уникального для каждой детали кода.

Библиотека программы-клиента содержит следующие столбцы, предназначенные для определения параметров деталей и конструкторской схемы: «Вид детали» – текстовое поле, «Вид отверстия» – текстовое поле, «Функция $S = f(x)$, x – ход» – текстовое поле, «Вид геометрии» – структура данных, «Наличие дополнительной пружины» – булевый, «Код» – текстовое поле [24].

Составленная при помощи клиент-программы конструкторская схема также содержит уникальный код, передаваемый во внешнюю БД и позволяющий идентифицировать ее в библиотеке программы-клиента.

На рис. 5 показана модель БД вычислительного стенда для моделирования элементов топливных систем.

Получена БД для моделирования системы топливной автоматики. По аналогии предполагается создание БД, учитывающей физико-механические свойства авиационных и ракетных топлив для различных летательных аппаратов.

Заключение

В работе проанализированы основные направления развития СПМ. Приведены схемы существующих стендов, на основе чего предложена структура вычислительного стенда для моделирования элементов топливных систем. Вычислительный стенд включает в себя технологию полунатурного моделирования, которая эффективно применяется для проектирования различных систем автоматического управления. Также в работе представлена модель БД для вычислительного стенда, предназначенная для учета свойств топлив для различных летательных аппаратов.

Создание стенда подобного вида предполагает возможность сокращения затрат на испытания и выбор желательной конструкции топливных элементов, так как все установки, входящие в состав стенда, планируется объединить в неделимое информационное поле для коррекции процесса испытания.

Список литературы

1. Бабак С.Ф., Васильев В.И., Красильщикова М.Н. Основы теории многосвязных систем автоматического управления летательными аппаратами: учебное пособие. М.: МАИ, 1995. 288 с.

2. Кусимов С.Т., Ильясов Б.Г., Васильев В.И., Валеев С.С., Денисова Е.В., Кабальнов Ю.С., Крымский В.Г., Мунасыпов Р.А., Семеран В.А., Уразбахтина Л.Б., Фрид А.И. Проблемы проектирования и развития систем автоматического управления и контроля ГТД. М.: Машиностроение, 1999. 609 с.

3. Моделирование авиационных систем: сборник докладов Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции (г. Москва, 12–14 апреля 2011 г.). М.: ФГУП «ГосНИИАС», 2011. 272 с.

4. Куликов Г.Г., Арьков В.Ю., Фатиков В.С., Абдулнагимов А.И., Погорелов Г.И. Методология полунатурного комплексного функционального моделирования ГТД и его систем // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. Академика С.П. Королева. 2009. № 3–2 (19). С. 392–400.

5. Кусимов С.Т., Ильясов Б.Г., Васильев В.И., Кабальнов Ю.С., Крымский В.Г., Миронов В.В., Юсупова Н.И., Мунасыпов Р.А., Уразбахтина Л.Б., Валеев С.С. Управление динамическими системами в условиях неопределенности. М.: Наука, 1998. 452 с.

6. Нейрокомпьютеры и их применение. Книга 5. Нейронные сети: история развития теории / Под. ред. А.И. Галушкина, Я.З. Цыпкина. М.: ИПРЖР, 2001. 840 с.

7. Васильев С.Н., Ильясов Б.Г., Валеев С.С., Васильев В.И. Проектирование интеллектуальных систем управления сложными динамическими объектами на основе теоретико-множественного подхода // Интеллектуальные системы управления. М.: Машиностроение, 2010. С. 16–22.

8. Денисова Е.В., Черникова М.А. Новый подход к проектированию систем автоматического управления силовых установок беспилотных летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12–1. С. 13–18.

9. Некрасов Б.Б. Гидравлика и ее применение на летательных аппаратах. М.: ЭКОЛИТ, 2011. 368 с.

10. Кавалеров Б.В., Казанцев В.П., Шмидт И.А. Компьютерные и полунатурные испытания средств управления энергетическими газотурбинными установками // Информационно-управляющие системы. 2011. Т. 4 (53). С. 34–42.

11. Денисова Е.В., Насибуллаева Э.Ш., Насибуллаев И.Ш. Исследование динамических процессов в элементах топливной автоматики // Мехатроника, автоматизация, управление. 2014. № 5. С. 31–36.

12. Денисова Е.В., Насибуллаева Э.Ш., Насибуллаев И.Ш. Влияние различных видов сил трения в системе двух коаксиальных цилиндров // Мехатроника. 2014. № 10. С. 54–59.

13. Галеев А.Г. Основы устройства испытательных стендов для обработки жидкостных ракетных двигателей и двигательных установок. Пересвет: ФКП «НИЦ РКП», 2010. 178 с.

14. Кривошеев И.А., Ахметзянов Д.А., Годованюк А.Г. Стенды полунатурного моделирования ГТД и их САУ // Молодой ученый. 2011. Т. 1. № 3 (26). С. 39–42.

15. Стенд полунатурного моделирования НПП «Мера». [Электронный ресурс]. URL: http://www.nppmera.ru/479 (дата обращения: 01.06.2019).

16. Измерительно-вычислительные комплексы стендов для испытаний газотурбинных двигателей. [Электронный ресурс]. URL: http://www.insysltd.ru/projects/ivk (дата обращения: 01.06.2019).

17. Погорелов Г.И., Абдулнагимов А.И., Годованюк А.Г. Технология комплексного моделирования ГТД и его систем // Авиационно-космическая техника и технология. 2013. № 7 (104). С. 173–181.

18. Стенд ЦАГИ. [Электронный ресурс]. URL: https://docplayer.ru/87907587-Polunaturnoe-modelirovanie-dinamiki-

poleta-v-cagi-tehnologii-rezultaty.html (дата обращения: 05.06.2019).

19. Технология полунатурного моделирования комплекса бортового оборудования для авиационных комплексов. [Электронный ресурс]. URL: https://klaustide.livejournal.com/2530.html (дата обращения: 05.06.2019).

20. Петров П.В., Сунаргин Р.А., Целищев В.А. Технология вычислительного эксперимента // Вестник УГАТУ. 2008. Т. 10. № 1 (26). С. 30–35.

21. Насибуллаев И.Ш., Насибуллаева Э.Ш., Денисова Е.В. Схема проведения вычислительного эксперимента для построения элемента исследовательского стенда АДТ // Труды ИМех. 2014. Т. 10. С. 87–89.

22. Годованюк А.Г. Использование имитационных математических моделей на стенде полунатурного моделирования // Актуальные проблемы науки и техники. 2009. Т. 2. С. 235–238.

23. Ахметов А.В., Шайжанов Н.С., Загидуллин Ш.Г. Анализ активности катализаторов гидрирования в процессе получения высокоплотных реактивных топлив // Башкирский химический журнал. 2014. Т. 21. № 2. С. 94–98.

24. Бикташева А.Д., Денисова Е.В., Черникова М.А. Методика расчета статического режима работы гидромеханического агрегата дозирования топлива на основе сетевого метода // Фундаментальные исследования. 2017. № 6. С. 31–35.

СТАТЬИ

УДК 37.011

НОРМАТИВНАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНОВЛЕНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

Акимова Л.А.

Оренбургский государственный педагогический университет, Оренбург, e-mail: lubovakimova@yandex.ru

В статье раскрывается нормативная обусловленность становления культуры безопасного образа жизни будущего учителя с опорой на Федеральные государственные стандарты общего и высшего образования, профессионального стандарта педагога. ФГОС общего и высшего образования, профессиональный стандарт педагога ориентируют на идею обеспечения общей безопасности участников образовательных отношений. Будущего учителя необходимо подготовить к разработке и реализации безопасной образовательной среды во взаимодействии с участниками образовательных отношений, способствующей охране жизни и здоровья, формированию культуры здорового и безопасного образа жизни обучающихся. Обеспечение общей безопасности имеет нормативное основание, необходимо создать условия, способствующие переводу нормативного знания в знание ценностное, связанное с личностным смыслом, целями личностного и профессионального саморазвития. Это возможно на интегративной основе, на уровне: проектирования основных профессиональных образовательных программ педагогического образования, рабочих программ по дисциплинам учебного плана, реализации образовательного процесса. Среди условий эффективности исследуемого процесса в педагогическом вузе выделены: удовлетворение базовой потребности будущего учителя в безопасности и расширение его возможностей самореализации. Условия эффективности исследуемого процесса предполагают в педагогическом обеспечении: опору на его жизненный опыт, внутренние ресурсы и возможности; реализацию разнообразных форм сотрудничества участников образовательных отношений.

Ключевые слова: безопасность, культура безопасного образа жизни, будущий учитель

NORMATIVE CONDITIONALITY AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF FORMATION OF CULTURE OF SAFE LIFESTYLE OF THE FUTURE TEACHERS

Akimova L.A.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: lubovakimova@yandex.ru

The article reveals the normative conditionality of the formation of the culture of safe way of life of the future teacher based on the Federal state standards of General and higher education, professional standard of the teacher. The GEF of General and higher education, the professional standard of the teacher focuses on the idea of ensuring the overall safety of participants in educational relations. The future teacher should be ready: to develop a safe educational environment, to regulate the behavior of students, to develop programs for the prevention of forms of violence in school, to interact with specialists of psychological, medical and pedagogical Council, to form a culture of healthy and safe lifestyle among students. Ensuring General security has a normative basis, it is necessary to create conditions that facilitate the transfer of normative knowledge into knowledge of value, associated with personal meaning, goals of personal and professional self-development. This is possible on an integrative basis: at the level of design of basic professional educational programs on the profiles of bachelor of pedagogical education, at the level of design of working programs of disciplines of the curriculum, at the level of the educational process. Among the conditions of the efficiency of the studied process in the pedagogical University highlighted: satisfaction of the basic needs of the future teacher in security and expansion of its self-realization. The conditions of the efficiency of the studied process assume in pedagogical support: reliance on his life experience, internal resources and opportunities; implementation of various forms of cooperation of participants of educational relations.

Keywords: safety, culture of safe way of life, future teacher

Высокая динамика увеличения образовательных рисков охраны жизни и здоровья участников образовательных отношений выдвигает объективные требования системе образования к становлению культуры безопасного образа жизни будущего учителя как субъекта общей безопасности. В образовательных организациях высшего образования необходима оптимизация подготовки будущего учителя, способного к проектированию безопасной образовательной среды, формированию культуры здорового и безопасного образа жизни обучающихся, к оказанию превентивной и оперативной помощи.

Цель исследования: определить нормативную обусловленность и педагогическое обеспечение становления культуры безопасного образа жизни будущего учителя.

Материалы и методы исследования

Для определения нормативной обусловленности становления культуры безопасного образа жизни будущего учителя использовался контент-анализ Федеральных образовательных стандартов общего и высшего образования, профессионального стандарта

«Педагог»; разработка педагогического обеспечения исследуемого процесса основана на методах теоретического анализа, синтеза и обобщения.

Результаты исследования и их обсуждение

Определены нормативная обусловленность и педагогическое обеспечение становления культуры безопасного образа жизни будущего учителя для оптимизации профессиональной подготовки выпускников педагогических вузов.

Становление культуры безопасного образа жизни будущего учителя как субъекта общей безопасности необходимо ввиду организационных и организационно-педагогических требований ФГОС общего образования, ФГОС ВО по направлению «Педагогическое образование», требований профессионального стандарта «Педагог».

Нормативно-правовую основу обеспечения общей безопасности в системе образования составляют: Конституция Российской Федерации, Федеральный Закон РФ «Об образовании в Российской Федерации» (№ 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г.), Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) общего и высшего образования, которые задают стратегический вектор для разработки системы мер по формированию безопасного образа жизни, сохранению и укреплению индивидуального и общественного здоровья, как ресурса индивидуального и общественного развития, достижению образовательных результатов в данном направлении [1; 2].

Организационные требования к обеспечению общей безопасности в образовательной организации предполагают «заботу о других» посредством создания безопасной образовательной среды с внутренним содержанием «заботы о себе». «Забота о других» основана на требованиях стандартов общего образования к здоровьесберегающей инфраструктуре общеобразовательной организации, осуществлению рациональной организации труда и отдыха, физкультурно-оздоровительной работы, реализации дополнительных образовательных программ и работы с родителями, педагогами [3]. Необходимо подготовить учителя к внедрению здоровьесберегающих образовательных технологий для минимизации образовательных рисков жизни и здоровью обучающихся [4; 5]. Следовательно, «забота о себе» заключает в себе смысл непрерывного самообразования педагогических работников, которые способны к предвидению опасных последствий своих поступков и деятельности, адекватному реагированию на угрозы жизни и здоровья обучающихся, достижения образовательных результатов в реализации принципа социальной ответственности за качество предоставляемых образовательных услуг [6].

Нормативные требования к обеспечению общей безопасности носят непрерывный характер. ФГОС начального общего образования ориентирует на реализацию сквозной комплексной программы формирования культуры здорового и безопасного образа жизни. ФГОС основного и общего образования содержит ориентиры на обеспечение общей безопасности как актуального направления программы воспитания и социализации [7]. ФГОС высшего образования с 2009 г. претерпевают содержательные изменения. Компетентностная модель ФГОС ВО бакалавриата по педагогическому образованию определяет безопасность жизнедеятельности в группе универсальных компетенций.

В профессиональном стандарте педагога [8] обеспечение общей безопасности отражено в обобщенных трудовых функциях и трудовых действиях воспитания и развития. Поэтому реализацию высшего образования в педагогических вузах необходимо ориентировать на интегративный образовательный результат – культуру безопасного образа жизни будущего учителя, отражающего его способность к проектированию безопасной образовательной среды, которая обеспечивает охрану жизни и здоровья, формирование культуры здорового и безопасного образа жизни обучающихся.

Культуру безопасного образа жизни будущего учителя мы можем считать педагогическим феноменом, образовательным результатом, представляющим собой интегративное личностное образование, обеспечивающее продуктивность освоения и расширения педагогического опыта как методолого-технологического средства непрерывного самообразования, формирующегося и проявляющегося в реализации сберегающей, развивающей и созидающей функций образования. Структуру и содержание культуры безопасного образа жизни будущего учителя мы полагаем в единстве и взаимообусловленности духовно-нравственного, когнитивно-смыслового, психо-физического, деятельностно-преобразующего компонентов, проявляющихся в ценностном отношении к себе и к другим людям, в оптимальной работоспособности, в субъектном опыте соучастия, оказания помощи и поддержки участникам образовательных отношений, в оптимизации педагогического взаимодействия.

Становление культуры безопасного образа жизни будущего учителя представ-

ляет собой связь-процесс обучения и воспитания, развертывающийся в границах времени и пространства педагогического вуза. Сущность исследуемого процесса обусловлена объективной структурно-функциональной формой культуры безопасного образа жизни будущего учителя как субъекта общей безопасности. Его содержание предопределено специальной организацией образовательной среды педагогического вуза, ориентированной на Человека – «автора текста педагогической культуры», созидателя собственного образа безопасной педагогической реальности и самореализации в ней. Основанием становления культуры безопасного образа жизни будущего учителя является проявление им себя в качестве субъекта безопасности, обладающим социальной ответственностью за «заботу о других», раскрывающейся в способности к самообразованию (в «заботе о себе») – освоению и обогащению педагогического опыта на основе сознательного выбора индивидуальной образовательной траектории и ее реализации в соответствии внутренним и внешним ресурсам и возможностям.

Образовательный процесс высшего образования как инновационная образовательная практика предполагает обращенность к Другому в со-чувствии, со-мыслии, со-действии. Это возможно на интегративной основе: на уровне проектирования Основных профессиональных образовательных программ (ОПОП), на уровне проектирования рабочих программ дисциплин учебного плана, на уровне осуществления образовательного процесса. Необходимо: удовлетворять базовую потребность будущего учителя в безопасности с опорой на его жизненный опыт, внутренние ресурсы и возможности; расширять сферу самореализации будущего учителя как субъекта общей безопасности в разнообразных формах сотрудничества участников образовательных отношений.

Интеграция как педагогический термин означает «объединение, соединение, суммирование». Применение интеграции в образовании формирует у обучающихся целостную картину мира путем разрешения мета-предметных проблемных ситуаций на стыке научных знаний и обобщенных (универсальных) способов деятельности [9]. В этой связи интегративную основу образовательного процесса высшего образования в русле обеспечения безопасности можно охарактеризовать как метапроцесс становления культуры безопасного образа жизни, основанный на взаимодополнении разнообразных форм постижения педагогической действительности.

Обеспечение интегративной основы реализации образовательного процесса высшего образования на уровне проектирования ОПОП (межсистемная интеграция) предполагает упрочение связи целеполагания и достижения образовательных результатов в единстве: результатов, содержания и условий образовательного процесса высшего образования; социального, гуманитарного и естественнонаучного знания; обучения и воспитания; аудиторной и внеаудиторной работы; теории и практики; усилий всех участников образовательных отношений и участников отношений в сфере образования по достижению образовательных результатов в русле социальной ответственности охраны жизни и здоровья в образовательных организациях.

На уровне разработки программ дисциплин учебного плана необходима забота педагогов вуза о формировании метапредметного знания по обеспечению общей безопасности в достижении проектируемых образовательных результатов. Необходимо осознавать место и роль преподаваемой дисциплины в реализации компетентностной модели выпускника, устанавливать предшествующие и сопутствующие связи содержания дисциплины с содержанием высшего образования по профилю подготовки и реализовывать их в реальном образовательном процессе.

На уровне проектирования рабочих программ дисциплин учебного плана (межпредметная интеграция) каждому педагогу высшей школы необходимо установить предшествующие, сопутствующие и перспективные связи содержания преподаваемой дисциплины, фиксировать их реализацию в ходе реальной педагогической практики. Реализация в высшей школе межпредметных связей на уровне проектирования программы дисциплины объективизируется:

– в содержании дисциплины: посредством изучения закономерностей индивидуального и общественного развития, единства законов и теорий; явлений, процессов, событий в межпредметном поле научного знания;

– в образовательных результатах: развитии универсальных действий, способствующих минимизации образовательных рисков и научной организации самообразования;

– в методике преподавания дисциплины: координации методов и методических приемов учебной работы, средств обучения и способов их применения в соотнесении с возрастными и индивидуальными особенностями студентов.

На уровне организации образовательного процесса высшего образования на ин-

теграционной основе в русле становления культуры безопасного образа жизни будущего учителя каждому педагогу высшей школы необходимо стремиться повысить активность студентов с привлечением знаний из смежных дисциплин.

К дидактическим требованиям межпредметного занятия по обеспечению общей безопасности в высшей школе можно отнести:

– четко сформулированную образовательную задачу, для решения которой необходимо привлечение знаний из других дисциплин учебного плана подготовки;

– обеспечение высокой активности студентов в познании связей между информацией из разных областей знаний;

– нацеленность на обобщение отдельных разделов учебного материала смежных дисциплин.

Реализация образовательного процесса высшего образования на интегративной основе позволяет: оптимизировать образовательный процесс; усилить связь теории с практикой; раскрыть значимость содержания высшего образования для саморазвития; усилить роль образовательного процесса в подготовке выпускников к вхождению в самостоятельную жизнь посредством привития знаний о безопасном существовании, соразвитии с окружающим миром, социумом.

Становление культуры безопасного образа жизни будущего учителя определяет необходимость опоры на его жизненный (витагенный) опыт (витагенного образования, А.С. Белкин, Н.О. Вербицкая), переводящей нормативное знание по обеспечению общей безопасности в ценностное, личностно значимое. Для реализации образовательного процесса с опорой на жизненный опыт будущего учителя педагогу высшей школы необходимо:

– при изложении нового знания востребовать информацию, имеющуюся у студентов (витагенную проекцию);

– добавлять дополнительные каналы информации, идущие от других людей, в том числе научные данные (конструкторскую проекцию);

– использовать информацию, образующуюся в результате слияния витагенной информации обучающихся (дидактическую проекцию).

Опора на жизненный опыт будущего учителя реализуется посредством приемов:

– ретроспективного анализа жизненного опыта, раскрывающего его взаимосвязь с учебным материалом (например, «Что было бы, если...» при анализе конкретной педагогической ситуации);

– опережающей проекции преподавания, которая предшествует научному объяснению со стороны педагога;

– дополнительного конструирования незаконченной образовательной модели, с помощью которого актуализируется творческий потенциал участников образовательных отношений, возникает потребность в самореализации;

– витагенных аналогий в образовательных проекциях и творческого моделирования идеальных образовательных объектов.

Реализация опоры на жизненный опыт будущего учителя способствует созданию безопасной образовательной среды в эффективном усвоении знаний о сущности безопасности как «заботы о других» с внутренним содержанием «заботы о себе», развития профессионально значимых навыков самосохранения на основе выбора доступных образовательных ресурсов [10].

Возможность самореализации будущего учителя себя как субъекта общей безопасности обеспечивается разнообразными формами сотрудничества участников образовательных отношений, усиливая персонификацию образовательного процесса [11] педагогического вуза, как формы антропоцентризма, ставящей в центр человека; «олицетворение» образовательного процесса в определении и актуализации внутренних личностных ресурсов каждого участника образовательных отношений.

Самореализация будущего учителя себя как субъекта общей безопасности обеспечивается в разнообразных формах сотрудничества участников образовательных отношений на основе интерактивных технологий [12]. Интерактивный режим педагогического взаимодействия активизирует индивидуальные умственные процессы, внутренний диалог, обеспечивает осмысление информации, субъектную позицию. При этом педагог высшей школы может выступать как информатор-эксперт (излагать учебный материал, отвечать на вопросы, отслеживать образовательные результаты), организатор-фасилитатор (поддерживать, облегчать обмен информацией на основе выявления многообразия точек зрения), консультант (использовать жизненный опыт студентов и обогащать его).

Преимущества интерактивного режима педагогического взаимодействия в становлении культуры безопасного образа жизни будущего учителя как субъекта общей безопасности обусловлены возможностями развития его способности рассматривать педагогическую ситуацию с разных позиций, определять степень образовательного риска, находить оптимальные пути реше-

ния педагогических задач с учетом социогенных, биогенных, психогенных условий. Реализация интерактивного режима педагогического взаимодействия может осуществляться в многообразных формах коллективного совместного взаимообучения: дискуссиях, играх, соревнованиях и др.

Заключение

Результаты исследования нормативной обусловленности и педагогического обеспечения становления культуры безопасного образа жизни будущего учителя отражены в следующих положениях.

Становление культуры безопасного образа жизни будущего учителя как субъекта общей безопасности необходимо ввиду организационных и организационно-педагогических требований ФГОС общего образования, ФГОС ВО по направлению педагогического образования, обобщенных воспитательных и развивающих функций педагога, согласно профессиональному стандарту.

Культура безопасного образа жизни будущего учителя как педагогический феномен и образовательный результат высшего педагогического образования представляет собой интегративное личностное образование, обеспечивающее продуктивность освоения и расширения педагогического опыта в реализации сберегающей, развивающей и созидающей функций образования. Поэтому становление культуры безопасного образа жизни будущего мы полагаем как связь-процесс обучения и воспитания, развертывающийся в границах времени и пространства педагогического вуза в специальной организованной образовательной среде, ориентированной на Человека – «автора текста педагогической культуры», созидателя собственного образа безопасной педагогической реальности и самореализации в ней.

В педагогическом вузе необходимо создать условия, способствующие переводу нормативного педагогического знания в знание ценностное, связанное с личностным смыслом, целями личностного и профессионального саморазвития будущего учителя. Это возможно на интегративной основе: на уровне проектирования Основных профессиональных образовательных программ (ОПОП), на уровне проектирования рабочих программ дисциплин учебного плана, на уровне осуществления образовательного процесса. Необходимо: удовлетворять базовую потребность будущего учителя в безопасности с опорой на его жизненный опыт, внутренние ресурсы и возможности; расширять сферу самореализации будущего учителя как субъекта общей безопасности в разнообразных формах сотрудничества участников образовательных отношений.

Интегративная основа образовательного процесса высшего образования способствует становлению культуры безопасного образа жизни, поскольку взаимодополняет разнообразные формы постижения педагогической действительности. Реализация образовательного процесса высшего образования на интегративной основе позволяет: оптимизировать образовательный процесс; усилить связь теории с практикой; раскрыть значимость содержания высшего образования для саморазвития; усилить роль образовательного процесса в подготовке выпускников к вхождению в самостоятельную жизнь.

Список литературы

1. Акимова Л.А. Безопасный образ жизни: педагогический контекст // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12–2. С. 408–412.

2. Акимова Л.А. Развитие идеи общей безопасности в Российской системе образования // Проблемы современного педагогического образования. Сер.: Педагогика и психология. Сборник научных трудов. Ялта: РИО ГПА, 2018. Вып. 59. Ч. 1. С. 15–19.

3. Фундаментальное ядро содержания общего образования / Рос. акад. наук, Рос. акад. образования; под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова. 4-е изд., дораб. М.: Просвещение, 2011. 79 с.

4. Абаскалова Н.П., Зверкова А.Ю. Научный обзор: системный подход в педагогике здоровья // Научное обозрение. Педагогические науки. 2016. № 2. С. 5–24.

5. Картавых М.А., Воронов И.А. Умения обеспечения безопасности жизнедеятельности как деятельностный компонент содержания образования // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 2. № 12. С. 111–113.

6. Лутовина Е.Е., Чикенева И.В., Тиссен П.П., Голикова Е.М., Конькина Е.В., Николаева Н.А. Риски современного образовательного пространства: монография. Оренбург: Экспресс-печать, 2014. 180 с.

7. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / сост. Е.С. Савинов. М.: Просвещение, 2011. 342 с.

8. Приказ Минтруда России от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 25.12.2014) «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» (Зарегистрировано в Минюсте России 06.12.2013 № 30550). [Электронный ресурс]. URL: http://legalacts.ru/doc/prikaz-mintruda-rossii-ot-18102013-n-544n/ (дата обращения: 17.05.2019).

9. Тимирясова А.В., Крамин Т.В. Предпосылки и направления интеграции в российском образовании // Актуальные проблемы экономики и права. 2013. № 1 (25). С. 144–150.

10. Сафронова А.Н., Вербицкая Н.О. Реально-виртуальная воспитательная среда вуза как педагогическое средство формирования у студентов навыков самосохранения здоровья // Научное обозрение. Педагогические науки. 2018. № 2. С. 32–37.

11. Есаулова М.Б., Сухобская Г.С., Шадрина Т.В. Персонификация высшего профессионального образования: на пути к самоуправляемому обучению. [Электронный ресурс]. URL: http://ext.spb.ru/2011-03-29-09-03-14/108-custom-personalization-edu/788-2011(дата обращения: 26.05.2019).

12. Густяхина В.П., Попова Л.В. Интерактивные технологии в педагогическом образовании // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2018. № 8 (197). С. 149–154.

УДК 373.3(540)

ГУМАНИЗМ ДЖ.П. НАЙКА В РЕФОРМИРОВАНИИ НАЧАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ИНДИИ В XX ВЕКЕ

[1]Асланов Д.И., [1]Мартынова Е.О., [2]Голубова М.И.

[1]Филиал Ставропольского государственного педагогического института, Ессентуки, e-mail: aslanovdi@mail.ru, mkatushao@bk.ru;

[2]Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) Северо-Кавказского федерального университета, Пятигорск, e-mail: golubovami@mail.ru

В статье подробно рассматривается процесс реформирования образования Индии с начала XX века. Представлены основные концепции реформирования образования ведущих общественных и политических деятелей страны. Показаны роль и участие индийского историка образования и педагога Дж.П. Найка в разработке принципов новой модели образования в связи с принятием в 1950 г. статьи 45 Конституции Индии о всеобщем обязательном образовании. Большой научный и практический вклад индийского ученого состоит в том, что он проанализировал существовавшую в то время в Индии систему образования, а также предложения по ее реформированию и на этой основе разработал комплекс мер по ее совершенствованию. Дж.П. Найк в своих трудах раскрыл преимущественные направления развития образования в Индии с учетом интересов беднейших слоев населения. Он считал, что все общеобразовательные учреждения должны больше времени уделять участию в программах по социальному обеспечению и национальному развитию. Ученый предложил ряд приоритетных структурных изменений, реализация которых, как считал Дж.П. Найк, поможет выполнить положения, записанные в статье 45 Конституции Индии и, следовательно, повлиять в целом на социально-экономическое развитие государства.

Ключевые слова: образование, школа, реформирование образования, гуманизм, качество образования

THE HUMANISM OF J.P. NIKE IN REFORMING ELEMENTARY EDUCATION IN INDIA IN XX CENTURY

[1]Aslanov D.I., [1]Martynova E.O., [2]Golubova M.I.

[1]Branch of Stavropol State Pedagogical Institute, Essentuki, e-mail: aslanovdi@mail.ru, mkatushao@bk.ru;

[2]Institute of Service, Tourism and Design (branch) of the North Caucasus Federal University, Pyatigorsk, e-mail: golubovami@mail.ru

The article details the process of reforming education in India since the beginning of the 20th century. The basic concepts of reforming the education of leading public and political figures of the country are presented. The role and participation of the Indian historian of education and teacher J.P. Naik in the development of the principles of a new education model in connection with the adoption in 1950 of Article 45 of the Constitution of India on universal compulsory education are shown. The great scientific and practical contribution of the Indian scholar is that he analyzed the education system that existed in India at that time, as well as proposals for its reform, and on this basis developed a set of measures to improve it. J.P. Naik in his writings revealed the priority directions of the development of education in India, taking into account the interests of the poorest segments of the population. He believed that all educational institutions should devote more time to participation in social welfare and national development programs. The scientist proposed a number of priority structural changes, the implementation of which, as J.P. Naik believed, would help to fulfill the provisions set forth in Article 45 of the Constitution of India and therefore affect the state's overall social and economic development.

Keywords: education, school, education reform, humanism, quality of education

Мировая педагогическая мысль оставила огромное наследие по проблемам развития различных видов и уровней образования. Изучение специфики педагогической мысли разных стран и народов, а также обобщение передового педагогического опыта выступают базисом при реформировании современной системы образования и служат основой для инновационных преобразований.

Педагогический опыт раскрывает неисчерпаемые возможности совершенствования человека и общества, что всегда привлекает внимание выдающихся деятелей педагогики, представителей педагогической общественности на всём протяжении развития системы воспитания и образования.

Педагогическая деятельность несет в себе свойственные ей хронологические и территориальные особенности. Вместе с различиями, в личности педагогов, в их опыте, прослеживается всегда общее: высокий уровень профессиональных знаний, творчество, высокая эффективность труда, потребность в анализе и обобщении собственного накопленного опыта и опыта своих предшественников и современников.

В современном образовательном пространстве все динамично меняется, и необходима постоянная рефлексия и взгляд

не только в будущее, но и в прошлое, чтобы понять направления развития методов обучения и формирования человеческой личности, чтобы определить эффективность педагогического влияния на социальный прогресс. Только эта профессиональная рефлексия открывает ранее неизвестные педагогические ценности [1].

Цель исследования: определение факторов и условий, оказавших существенное значение и влияние на реформирование начального образования в Индии в первой половине XX в. на основе формирования и развития гуманистических основ педагогического творчества индийского историка образования и педагога Дж.П. Найка.

Материалы и методы исследования

В качестве методического инструментария в статье используется эволюционный метод, сущность которого состоит в том, что в процессе эмпирического (практического) анализа развития изучаемого процесса или явления выявляются его признаки, сущностные черты и характеристики на различных этапах его развития. В свою очередь это позволяет понять и объяснить существующее состояние объекта, выявить тенденции развития и, следовательно, предположить дальнейшие события и характер предстоящих изменений состояния объекта.

Для исследования многих объектов эволюционный, исторический метод по существу является единственным, поскольку объекты существуют в единственном числе и воспроизвести их в каком-либо опыте не представляется возможным.

Эволюционный метод в данной статье коррелирует с ретроспективным анализом, отражающим количественные и качественные изменения в системе дошкольного образования в Индии в процессе его эволюции.

Когда в Индии в XIX в. была создана современная образовательная система, единственной целью Британского правительства было желание дать образование обеспеченному классу, который, по существовавшей тогда теории, должен будет в будущем передавать знания массам. Традиционная образовательная система состояла в поступлении в первый класс в возрасте шести лет и последующий ежегодный переход в класс более высокого уровня. Обучение проводилось профессиональными преподавателями и было разделено на три ступени: начальное, среднее и высшее. Целью каждой ступени была подготовка учащегося к последующей. Система была ориентирована на имущий класс и была слишком дорогостоящей, чтобы ее можно было расширить. Ее целью было получение знаний, а не подготовка к жизни. Она культивировала в большей степени умственный труд, нежели ручной. К концу XIX в. эта модель утвердилась во всех штатах страны. Это была система, в которую надлежало внести структурные изменения с тем, чтобы она была доступна и отвечала интересам народных масс. Когда в начале XX в. лидеры националистов стали ратовать за предоставление всеобщего образования, встал вопрос о модернизации традиционной системы или создании альтернативной модели. Британское правительство не желало изменений, поэтому исключило возможность предоставления всеобщего образования под предлогом административных и финансовых сложностей. К числу наиболее известных национальных лидеров, ратовавших за реформирование школы, были Гокхале, Парулекар, Махатма Ганди, Ачария Виноба, К. Раджагопалачари и др.

Заслуга Гопала Кришна Гокхале состоит в том, что он поднял вопрос о предоставлении всеобщего среднего образования в 1910–1912 гг., выдвинув законопроект об обязательном четырехлетнем начальном образовании для детей. Он знал, что столкнется с двумя доводами против его проекта, суть которых заключалась в следующем: есть ли необходимость отказываться от теории фильтрации и переходить к широкому образованию масс и поддержит ли правительство программу обязательного образования. Модель начального образования, предложенная Гокхале, имела одну ясную цель – устранение всеобщей неграмотности. Это было важное и хорошо обдуманное решение, основанное на финансовых возможностях.

В поддержку своего законопроекта Гокхале выдвинул три довода.

1. Достижение всеобщей грамотности масс могло бы стать большим достижением в масштабе страны. «Даже если цели, поставленные перед программой начального образования, ограничивались способностью читать, считать и писать, – говорил он, – ее всеобщее распространение является крайне важным, поскольку грамотность лучше, чем неграмотность, значит, искоренение неграмотности совсем немаловажное достижение».

2. Тем, кто обращал внимание на качество образования, он отвечал: «Изначальной целью получения образования массами является ликвидация неграмотности. Качество образования, несомненно, важно, но только после преодоления неграмотности».

3. Он соглашался с замечанием, что ликвидация неграмотности не решит многих проблем. Но он утверждал, что без этого нельзя строить никакие планы национального развития. Он отмечал: «Невозможно представить, что система всеобщего образования решит наши проблемы и создаст новую жизнь. Но с распространением всеобщего образования у многих появится возможность лучше устроиться в жизни. С распространением грамотности появится больше уверенности в положительном результате усилий в государственных или негосударственных делах, улучшении экономического и социального положения, повышении морального уровня» [2].

Гокхале боролся за признание необходимости введения всеобщего обязательного образования. Однако правительство Индии отклонило этот тезис, ссылаясь на отсутствие финансов и административного ресурса.

Финансовые и административные проблемы возникли вновь, когда в 1918–1930 гг. местные правительства приняли законы о реализации всеобщего обязательного образования. После принятия закона местные правительства столкнулись с проблемой финансирования, а также неосуществимости программы на базе существующих традиционных школ. Ответы на эти вопросы дал Р.И. Парулекар в своих работах «Массовое (всеобщее) образование в Индии» [3].

Модель начального образования, которую он предлагал, может быть кратко изложена следующим образом.

1. Основной целью начального образования является ликвидация неграмотности. Качество образования приобретает значение только после решения этой задачи.

2. Поэтому первым шагом программы является концентрация всех средств, направляемых на ликвидацию неграмотности. Цель четырехлетнего начального образования – обучение письму, счету и чтению, бесплатно и обязательно для всех в течение 5–10 лет.

3. Возраст приема в школы не должен быть ограничен семилетним возрастом, чтобы провести программу в указанные сроки.

4. Для работающих детей старшего возраста необходимо организовать обучение по принципу «неполного дня».

5. Наиболее важным фактором, влияющим на стоимость обучения, является отношение «учитель – ученики». Если будет утверждено соотношение «учитель – много учеников», тогда программа станет значительно дешевле и осуществимей. Для младших школьников первого и второго года обучения нужно организовать две трехчасовые смены, в каждой из которых учитель ежедневно работает с группой 30 человек. Для школьников третьего и четвертого годов обучения нужно также организовать сменное обучение, так как большинство из них работает.

Изучив опыт развитых стран на начальном этапе становления системы образования, Р.И. Парулекар пришел к выводу, что программа осуществима в Индии при наличии выполнения двух условий, которые значительно снизят стоимость проекта: достижение соотношения «учитель – много учеников» и двухсменные занятия в школе.

Образовательная модель Гокхале – Парулекара имела ограничения, так как ее основной целью было достижение всеобщей грамотности в течение четырехлетнего срока обучения в начальной школе. К 1935 г. общественное мнение радикально изменилось. Если в 1912 г. общественность приняла идею четырехлетнего обязательного обучения, то в 1935 г. общество требовало восьмилетнего обязательного обучения. Это вызвало необходимость переосмысления содержания образования в начальной школе. Именно в этот момент М. Ганди сформулировал идею базового образования, которая подняла дискуссию на новый уровень [4].

Наиболее значительным вкладом М. Ганди в понимание проблемы было его утверждение, что самым слабым местом унаследованной традиционной системы образования было отсутствие в ней обучения социально полезному труду и ремеслам. Традиционное индийское общество, как и другие общества, разделено на два лагеря. Первую немногочисленную группу составляет образованный, культурный, праздный класс, который ведет паразитический образ жизни, монополизируя контроль над большинством социальных ресурсов, не принимая прямого участия в производстве материальных ценностей. Именно этот класс получает все выгоды образовательной системы.

Вторым лагерем являются широкие массы, которые на самом деле являются производителями большей части материального благосостояния. Они же получают меньше всех выгод от существующей системы образования и остаются вне ее сферы деятельности. Поэтому такие дисциплины, как обучение ремеслам и социально полезный труд, не являлись частью содержания начального образования. По мнению М. Ганди, это было основной причиной, по которой традиционная модель образования имела уклон в сторону правящей части общества и подвергалась критике со стороны ее эксплуатируемой части.

Таким образом, он делал вывод, что наивысшей целью новой образовательной системы должна стать ликвидация различий между двумя классами, построение равноправного общества, в котором отсутствует эксплуатация, где каждый индивид получает образование, достигая высокого уровня культуры, одновременно являясь активным производителем материальных ценностей. Это достижимо только в том случае, когда образовательная система будет строиться вокруг социально полезного труда и обучения ремеслам, которые станут частью жизни и системы ценностей каждого индивида.

Что касается финансовой стороны, то в этом аспекте взгляды М. Ганди были ясными и четкими. Он придерживался мнения, что система образования должна быть самоокупаемой за счет доходов, получаемых от продажи изделий ремесел и социально полезного труда и что этих средств должно хватить также и на зарплату учителям. Он считал самоокупаемость самым важным звеном реализации новой образовательной системы.

Первый этап реформы проводился с большим энтузиазмом. Он получил действенную поддержку со стороны правительств различных штатов в 1937–1939 гг., в которых большинство были члены партии Национального конгресса. В период Второй мировой войны, когда члены Конгресса не участвовали в работе правительственных структур, проведение преобразований было практически приостановлено. Только после достижения страной независимости реформе был дан новый импульс. В одних штатах все начальные школы принимали участие в проведении реформы. В других в эксперименте приняли участие отдельные школы или районы. В некоторых районах эксперимент проводился в средних школах. Эксперимент, проводившийся в сельских образовательных учреждениях, рассматривался как своего рода продолжение реформ на пути к высшему образованию. Для подготовки кадров все педагогические вузы были ориентированы на подготовку учителей для работы в новых условиях.

Однако по ряду причин программа базового образования не достигла тех результатов, каких от нее ожидали.

Одним из основных завоеваний новой системы обучения стало положение о том, что обучение должно быть связано с общественно полезным трудом и должно идти через приобретение навыков производительного труда. Общепризнанно, что связь обучения с трудом способствует интеллектуальному и эмоциональному развитию. С этой точки зрения концепция базового образования нанесла чувствительный удар по старой системе, центральным звеном которой было получение знаний.

Еще одна концепция достойная упоминания принадлежит бывшему министру образования штата Тамил Наду С. Раджагопалачари. Он попытался объединить модель Гокхале – Парулекара, в которой основное внимание уделяется соотношению «учитель – ученик» и двусменной системе, и концепцию базового образования М. Ганди. Раджагопалачари стремился сократить большие расходы, связанные с организацией новых и поддержанием уже существующих школ. Поэтому он предложил организовать обучение в начальной школе на основе двусменной системы и с целью сокращения затрат на обучение ремеслам в школе, предложил, чтобы дети занимались дома семейным ремеслом. Реформатор утверждал,

что, несмотря на дестабилизировавшие общество процессы, реформы проводившиеся в Индии, связь с трудом благодаря крепким семейным традициям не прерывалась. Большинство детей продолжали помогать родителям и одновременно изучали семейное ремесло без помощи школы. Поэтому Раджагопалачари предложил, чтобы дети посещали школу в течение трех дней в неделю, а в оставшиеся четыре дня работали с родителями. Таким образом, считал реформатор, те дети, которые не желают следовать ремеслу родителей или чьи родители планируют другое предназначение для своих детей, смогут использовать эти четыре дня по своему усмотрению. Остальные смогут использовать эти четыре дня для обучения детей ремеслу, а оставшихся трех дней хватит для получения образования в школе. Несмотря на ряд положительных черт, данная концепция не была одобрена, потому что имела черты системы двойного образования – одно для городов и проживающих в них классов, а другое для сельской местности. К тому же она не способствовала устранению деления общества на касты. Поскольку концепция вызвала резко отрицательную реакцию, от нее отказались.

Следует также упомянуть концепцию Ачария Вайноба, который выступал за неформальный подход и небольшие затраты на образование. Он выдвинул идею так называемой «одночасовой школы».

Основная идея, заложенная в концепции реформатора, заключается в необходимости выведения базового образования за рамки существующей системы и неформальный подход при его внедрении, а также значительное сокращение затрат, при которых эксперимент станет доступным в условиях современного экономического уровня развития.

Ачария Вайноба утверждал, что нагрузка в современных школах при обучении пятилетних детей чрезмерна. В течение дня они занимаются по 4–5 часов. В этом случае дети из бедных семей не могут посещать школу, поэтому образование для них не представляет собой никакой ценности.

Предложение реформатора заключалось в том, что нужно иметь «одночасовую школу». Занятия можно проводить рано утром на рассвете и любой ребенок, даже из самой бедной семьи, сможет прийти в школу. В это время можно проводить занятия по чтению, письму и арифметике. Всю остальную часть дня дети могут трудиться.

В вечернее время можно проводить одночасовое занятие для взрослых и детей. Его можно назвать гуманитарным. Оно не предназначено для чтения и письма. Оно предназначено для чтения Рамайаны или Бхагавадгиты. На нем можно рассказывать истории святых, обсуждать деревенские проблемы, новые идеи и предложения в сельском хозяйстве. На занятиях много времени будет уделяться знаниям, необходимым в практической деятельности. Утром дети будут ходить в школу, чтобы научиться читать, считать и писать, а вечером получать общие знания. В результате таких занятий отпадет необходимость проводить каникулы. В обычных школах каникулы длятся шесть месяцев, поэтому многое за каникулы забывается. В новых школах такое понятие будет отсутствовать. Ачария Вайноба считал, что «одночасовые» школы подобного рода могут быть организованы по всей стране в течение одного года и с минимальными затратами.

Учителя подобных школ тоже будут иметь свободное время для занятий собственными делами, поэтому им не потребуется платить большую зарплату. Жители деревни будут делиться с ними частью урожая в счет оплаты за их работу. Особенно важны такие школы будут для сельской местности, где обучение будет непосредственно связано с сельским хозяйством и сельской жизнью, а также изучением окружающей среды.

В основу разработанной автором концепции легло утверждение, что мозг энергичен и активен утром, поэтому дети с готовностью будут усваивать материал, а значит, в утреннее занятие можно включить большой объем знаний. А. Вайноба подчеркивал, что он знал это из своего практического опыта. Он обучал мальчиков в течение нескольких лет и большинство училось не более часа в день. Они многому научились и впоследствие стали достойными государственными служащими. Реформатор также считал, что детей не следует лишать права посещать вечерние занятия для взрослых, поскольку они получат преимущества обоих классов. В течение двух часов в день они будут читать, писать и слушать. Если деревенскому совету удастся эффективно организовать производство, дети смогут его изучать оставшуюся часть дня. Школа не должна организовывать производство, это обязанность совета. Таким образом автор делал вывод о том, что затраты на школу будут минимальными, а дети станут настоящими мастерами своего дела.

В 1964–1966 гг. Индийский комитет по образованию, приняв во внимание все предыдущие идеи и эксперименты, выдвинул свою модель начального образования. Ее основу составляют два компонента: районные школы и концепция вариативного поступления и «неполного дня» [5].

Комитет по образованию подчеркивал, что хорошая образовательная система должна сближать классы и социальные группы и способствовать появлению равноправного и интегрированного общества. Анализ показал, что современная система образования способствовала делению общества на классы. Небольшое количество частных платных школ обслуживали представителей высших слоев, а большое количество общественных бесплатных школ предоставляли образовательные услуги простому народу. Комитет указывал, что тенденция к углублению различий между классами усиливается. С целью ее преодоления была разработана концепция «районной школы» для начального этапа обучения с последующим ее внедрением на более высоких уровнях. Концепция предполагала посещение школы всеми детьми, проживающими поблизости, независимо от кастовой, общинной, религиозной, социальной и экономической принадлежности. Комитет придерживался мнения, что, помимо укрепления социальной и национальной интеграции, этот проект имеет два основных преимущества. Во-первых, такая школа обеспечит хорошее образование детям из имущих классов, потому что принимать участие в жизни простых людей является неотъемлемой частью хорошего образования. Во-вторых, это будет способствовать привлечению представителей богатых и привилегированных классов к участию в работе общественных школ, а значит, быстрому улучшению их экономического положения.

Концепция вариативного поступления и «неполного дня» в свою очередь состоит из двух программ, имеющих принципиальное значение.

а) Все дети в возрасте 11–14 лет, которые не посещают школу и которые не закончили первый этап

обучения, но которых можно считать грамотными, должны посещать специальные занятия по принципу «неполного дня» в течение одного года. Результаты проведенных экспериментов показали, что, если в этой возрастной группе начать занятия по программе «неполного дня» (полтора-два часа три раза в неделю), то в течение одного года дети получат необходимые знания. По мнению комитета, подобные классы могут быть организованы учителями начальной школы во внеурочное время, используя помещение и оборудование, имеющееся в школе. Время начала занятий должно зависеть от местных условий и возможности их посещения детьми. Занятия не должны препятствовать выполнению детьми их семейных обязанностей. Предполагалось, что они будут заниматься в течение полутора часов утром или вечером. Например, для девочек, вероятно, самое удобное время это середина дня. Учителя должны быть подготовлены к проведению подобных занятий. Нет необходимости разрабатывать отдельный учебный план. Поскольку численность такого класса будет небольшой, у учителя есть возможность уделять больше внимания каждому ученику. Это позволит обучить грамоте в течение указанного срока. Затраты на проведение занятий в таких классах будут сравнительно невысокими, а результаты существенными.

б) Чтобы компенсировать отсев, связанный с экономическими проблемами, необходимо ввести программу обучения «неполного дня» для всех детей, которые закончили низший уровень начального образования и хотят продолжать учебу дальше, но не могут этого сделать по программе «полного дня».

Комитет подчеркивал, что на начальном этапе занятия следует проводить на добровольной основе. Посещение занятий может стать обязательным только после того, как местная община осознает важность их проведения.

Что касается содержания начального образования, то комитет принимает за основу систему базового образования, неотъемлемой частью которой является общественно полезный труд. Однако в связи с изменившимися условиями комитет внес одно важное предложение. Вместо обучения ремеслам, что являлось вчерашним днем, он предложил ввести в школьные программы социально полезный труд на основе достижений современной науки и технологий. Осознавая, что подобные изменения увеличат затраты на образование, комитет посчитал, что подобная практика даст хорошие результаты в будущем.

Важным замечанием по вопросу содержания образования следует считать рекомендации комитета, в которых говорится, что содержание образования «неполного дня» должно отвечать требованиям и учитывать способности получающих его детей. Обучение тех детей, которые заканчивают данный уровень образования и желают его продолжить, должно соответствовать содержанию образования «полного дня». Для тех, кто не хочет его продолжать, а таких будет большинство, в содержание образования необходимо включить обучение основам наук и технологий, что будет соответствовать их непосредственным требованиям.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотренные выше аспекты развития системы образования Индии послужили отправной точкой для концептуальных основ реформирования и развития системы дошкольного образования Дж.П. Найка.

В связи с принятием в 1950 г. статьи 45 Конституции о всеобщем обязательном образовании индийский историк образования и педагог Дж.П. Найк принял активное участие в разработке принципов новой модели образования. Большой научный и практический вклад индийского ученого состоит в том, что он проанализировал существовавшую в то время в Индии систему образования, а также предложения по ее реформированию и на этой основе разработал комплекс мер по ее совершенствованию. По мнению ученого, образование должно быть преобразовано в мощный инструмент социальных преобразований, тесно связанный с национальным развитием. Оно должно быть в первую очередь обращено к народу Индии, который все еще живет за чертой бедности, дать ему возможность действенно участвовать в построении государства, способствовать пробуждению его самосознания.

Исходя из этих положений Дж.П. Найк в своих трудах раскрыл преимущественные направления развития образования в Индии с учетом интересов беднейших слоев населения. Он считал, что все общеобразовательные учреждения должны больше времени уделять участию в программах по социальному обеспечению и национальному развитию. Под социальными программами реформатор предполагал работу студентов с учащимися школ и слабыми студентами. Ученый призывал обратить особое внимание на образовательные программы для взрослых (включая ликвидацию неграмотности), обучение молодежи в возрасте 15–25 лет, расширение начального и дошкольного образования.

Следующим аспектом его программы было широкомасштабное привлечение в образовательный процесс непрофессиональных преподавателей, а также создание возможностей для поступления в школы детей старшего возраста, и тех, которые работают в том числе в своих семьях. Ученый признавал, что официальная система с возможностью однократного поступления, последовательного обучения в течение «полного дня» с привлечением профессиональных преподавателей в основном обслуживает обеспеченные классы.

Он поддержал высказанную Р.И. Парулекаром идею обучения по программе «неполного дня» для беднейших слоев населения, чтобы удовлетворить их потребности в дальнейшем образовании. Дж.П. Найк считал важным поощрять развитие про-

грамм по самообразованию и предоставлять кандидатам возможность сдавать университетские экзамены.

Тщательно проанализировав положения, выдвинутые Гокхале и Парулекаром, а также их последователями, ученый определил цели и задачи новой системы образования в разных возрастных группах.

1. Программа обучения взрослых, целью которой является воспитание чувства самосознания, гражданственности, получение знаний в области планирования семьи и повышения профессиональных навыков посредством обучения основам наук и технологическим процессам. Цель программы – ликвидировать неграмотность в течение 10 лет.

2. Программа обучения в возрастной группе 15–25 лет составляет не менее 6 часов в неделю для всех, окончивших школу. Цель этой программы такая же, как для взрослых, с соответствующими изменениями, и предполагает сверх того участие в играх, спортивных соревнованиях, а также практическое участие молодежи в программах национального развития.

3. Ввести всеобщее начальное образование для детей в течение 10 лет.

Согласно принятому положению ребенок поступает в начальную школу в возрасте 6 лет в первый класс. Дети старше или младше 6 лет, поступающие в школу в первый раз, также идут в первый класс. Справедливо также утверждение, что дети, которые занимались частным образом, после сдачи экзаменов могут быть приняты в классы старше, если их знания соответствуют этому уровню. Однако принятие в первый или другие классы детей старше или младше шестилетнего возраста скорее исключение, нежели правило. В сельской местности дети поступают в школу в возрасте только пяти или шести лет и только в первый класс.

Подобная система имеет два очевидных преимущества: в первом классе она способствует формированию групп учащихся одного возраста, которые будут последовательно переходить из класса в класс. Во-вторых, в однородных классах легче осуществлять процесс обучения.

Однако у данной системы есть и отрицательные стороны. К примеру, если сельский ребенок не пойдет в школу в возрасте шести лет, он никогда уже не попадет в первый класс и проживет жизнь неграмотным. Возможность однократного поступления в школу делает эту систему на практике неэффективной.

Если ребенок 11–14 лет хочет начать обучение, то такой ребенок может быть принят в начальную школу, но поступить он может только в первый класс. Такой взрослый ребенок будет вынужден находиться в классе с детьми младше него и учить материал с той же скоростью, что и все остальные. Обычно это неинтересно взрослому ребенку и он бросает школу. Поэтому ученый утверждал, что такому ребенку требуются занятия по специальной программе с применением тех методов, которые соответствуют его развитию. Однако, как указывал Дж.П. Найк, в существовавшей системе образования такие возможности отсутствуют.

Реформатор считал, что новая модель образовательной системы будет значительно прогрессивнее, если будет обеспечено право поступления в школу в шесть лет, а также в возрасте 9, 11, 14 и даже 17 лет. Ученый объяснял, что желание учиться может возникнуть у ребенка в любом возрасте, поэтому система образования должна быть достаточно гибкой, чтобы иметь возможность принять всех желающих в специально подготовленные для этого школы, где преподавание ведется с учетом возрастных особенностей. Возможность альтернативного получения образования позволит привлечь тех детей, которые оказываются не охваченными нынешней системой. Дж.П. Найк считал, что подобная система будет гораздо более эффективной с точки зрения борьбы с неграмотностью.

Другим важным аспектом классической модели, на который указывал реформатор, является последовательный характер обучения, который подразумевает ежегодный переход учеников в старший класс после сдачи годовых экзаменов. Существуют исключения, когда дети не проходят экзамен и остаются в том же классе на второй год или когда в течение одного года ребенок усваивает программу, рассчитанную на два года. Однако в большинстве случаев преобладает принцип последовательного обучения.

Основной целью данной системы должно стать формирование групп детей с приблизительно одинаковыми навыками. Подобная практика дает прекрасные результаты. С другой стороны, по мнению ученого, она не отвечает интересам тех детей, которые начинают обучение позже, так как экспериментально доказано, что дети возрастной группы 11–14 лет способны пройти курс обучения I–V классов примерно за два года, а подростки 14–18 лет в состоянии пройти курс обучения I–VIII классов за три года и достаточно успешно сдать экзамены для получения свидетельства об окончании начальной

школы. Дж.П. Найк подчеркивал, что подобные программы очень полезны и соответствуют условиям развивающейся страны, которой является Индия. Однако такие программы не были разработаны для повсеместного внедрения и прошли апробацию лишь в тех школах, где работают дальновидные педагоги.

Другой важной составной частью существующей системы начальной школы является проведение учебных занятий в течение «полного дня». Естественно, что это не создает проблем для детей, которые могут посещать занятия в течение дня. Однако система не учитывает интересы простых людей, которые настолько бедны, что их дети вынуждены работать дома или вне его, чтобы пополнять ничтожный бюджет их семьи. Большинство мальчиков должны начинать работать в возрасте девяти лет. Они работают в семейном крестьянском хозяйстве, пасут скот или пытаются заработать каким-нибудь другим образом. Девочки должны помогать матерям следить за младшими братьями и сестрами. Такие дети не в состоянии посещать школьные занятия. Поэтому они либо совсем не посещают школу, либо рано или поздно бросают ее. Ученый указывал, что согласно статистическим данным количество таких детей составляет 60% и более. Отсюда реформатор заключает, что выше упомянутые экономические факторы обусловливают недостатки системы начального образования.

Один из вариантов решения этой проблемы ученый видел в повышении уровня жизни простого народа до такой степени, что они станут отправлять детей в школу. Другой, в выплате компенсации малоимущим семьям за недополученные финансовые средства, вынуждая, таким образом, родителей посылать детей в школу. Дж.П. Найк понимал, что осуществление первого предложения рассчитано на длительную перспективу. Второе неосуществимо по финансовым затратам. Единственно приемлемым вариантом может стать концепция обучения, основанная на «неполном учебном дне». Такая система даст возможность детям из бедных семей материально помогать родителям и одновременно учиться. Анализируя статистические данные, ученый указывал, что преобладающая тенденция заключается в том, что ребенок посещает учебные занятия в течение полного дня или совсем не посещает школу. Подобная практика, по его мнению, не имеет права на существование в стране, где большая часть населения живет в бедности. Ее необходимо заменить другой, при который все работающие дети могли бы посещать занятия «неполного учебного дня». Расписание таких занятий, считал реформатор, можно организовать таким образом, чтобы это устраивало детей и не препятствовало их обязанности помогать семьям.

Еще одним аспектом, характеризующим современную начальную школу, является использование только профессионально подготовленных учителей. Это связано в первую очередь с необходимостью поддерживать качество обучения. Однако, как указывал Дж.П. Найк, существует отрицательная сторона такого подхода.

Во-первых, рост стоимости обучения из-за неизбежного повышения заработной платы, что в среднем повышает расходы из расчета на одного учителя, и, во-вторых, сокращает соотношение «учитель – ученик», что также ведет к увеличению расходов на одного ученика. Для повышения качества обучения ученый предлагал привлекать для работы в школе людей, известных в данной местности, а также местные педагогические кадры. К примеру, столяр или портной могут учить своему ремеслу, а певец обучать музыке, даже если у них нет специального образования. В случае необходимости эти специалисты могут пройти курс специальной программы. Однако на практике подобные идеи не реализуются. Стоимость обучения может быть также сокращена за счет привлечения учащихся к обучению. Традиционной чертой индийской школы была система наставничества. Ученики были разделены на пары, где младшего ученика опекал старший по возрасту, которого в свою очередь контролировал учитель. Подобная система или ее элементы могут дать отличные результаты особенно в школах с одним учителем или там, где экономически выгодно иметь учителя в каждом классе.

Следует отметить также, что в начальных школах отсутствуют подготовительные классы и детские ясли. Наиболее распространенным родом занятий у девочек дошкольного возраста является уход за маленькими братьями и сестрами. С одной стороны, посредством различных программ государство пытается увеличить количество девочек, посещающих школу. С другой, существует запрет приводить в школу маленьких детей, что является фактором, сдерживающим распространение образования среди девочек. В результате, дети из бедных семей не посещают школу. Эксперимент, проведенный в некоторых районах, по созданию при школах подготовительных классов и яслей показал, что дополнительные затраты были минимальными, а число

девочек из бедных семей, посещавших школу, резко возросло.

Предложения, высказанные ученым выше, имели целью решить проблему количественного состава учащихся в возрастной группе 6–14. Однако, как указывал реформатор, необходимо помнить, что целью системы образования является не только достижение всеобщего образования, но также сообщение учащимся знаний, умений и навыков, необходимых в современной жизни. Поэтому программы повышения качества начального образования очень важны. Эти программы заслуживают особого внимания, потому что они прямым образом влияют на посещение ребенком школы. Он не будет ходить на занятия, если они не интересны. Таким образом, качественное улучшение обучения в начальной школе не только само по себе важный аспект образования, но и необходимое условие увеличения числа учеников в школах.

В области повышения качества образования Дж.П. Найк уделял большое внимание содержанию образования. Он подчеркивал, что учебная программа на этом этапе должна содержать такие аспекты, как обучение родному языку, счету, формирование первичных научных знаний, трудовых навыков, физическое воспитание, развитие художественных задатков, а также участие в общественно полезных программах. Важно подчеркнуть, что только интегрированный подход к обучению, тесно связанный с социальной и природной средой, соблюдение принципа природосообразности обеспечит необходимые условия реализации вышеупомянутых аспектов.

Самым важным компонентом повышения качества образования, по мнению ученого, является включение в программу трудового воспитания. Существующая система, которая ориентирована на детей среднего класса, не придает большого значения обучению ручному и общественно полезному труду и поощряет высокомерное к нему отношение. Очевидно, что такое положение оказывает отрицательное воздействие даже на детей среднего класса, не говоря о простом народе. Поэтому необходимо срочно вводить трудовое воспитание в начальной школе. На начальном этапе целью трудового воспитания может быть обучение простым навыкам ручного труда в рамках общей программы. По мере взросления ребенка программа должна усложняться.

Программа повышения качества обучения в начальной школе и трудовое воспитание составляют единое целое, так как они взаимосвязаны. Наилучшие результаты достигаются, когда реализуются все компоненты, которые их составляют: совершенствование учебной программы, совершенствование учебников и учебного материала, использование методов активного преподавания, реформа системы экзаменов, совершенствование подготовки и обучения педагогических кадров, административная реформа, поощрение проведения школами экспериментальной работы, вовлечение учащихся, учителей, членов общества в программу повышения качества обучения.

Заключение

Подводя итог вышесказанному, следует подчеркнуть, что существующая модель начального образования в Индии в первой половине XX в., в основном была ориентирована на имущие классы, чьи дети успешно заканчивают начальную школу. Их основная цель – получение среднего и высшего образования, а начальное рассматривается ими как необходимая ступень к получению более высокого. Современная система образования, как неоднократно подчеркивал Дж.П. Найк, не отвечала интересам простого населения, большинство детей которого не в состоянии посещать школу. Если ставить целью преобразование начального образования во всеобщее, то, по мнению ученого, необходимо было радикально реформировать существующую модель с тем, чтобы она в первую очередь отвечала нуждам детей простого народа. Для этого ученый предлагал:

1. Заменить однократную систему поступления вариативной. Это позволит детям 9, 11, 14 лет поступать в специально организованные классы.

2. Сохранить последовательный характер обучения. Создать условия, при которых дети старшего возраста могли бы поступать на курсы в любое время и закончить их за короткое время.

3. Дополнить существующую систему обучения по принципу «полного учебного дня» системой «неполного дня» таким образом, чтобы работающие дети могли учиться, когда им удобно.

4. Использовать не только профессиональных учителей, но и привлекать к участию в учебном процессе местные кадры на основе неполного рабочего дня и эффективнее использовать старших учащихся для наставничества в начальной школе.

5. Объединить начальную школу и дошкольные учреждения. Девочки, которые должны следить за маленькими детьми,

должны иметь возможность приводить их в школу и помещать в ясли, где за ними по очереди будут присматривать другие девочки под руководством учителей. Затраты на организацию такой системы будут минимальными, но это поможет бороться с неграмотностью среди девочек младшего возраста [6].

Ученый считал, что необходимо придать этим структурным изменениям приоритетный характер. Реализация вышеупомянутых принципов поможет выполнить положения, записанные в статье 45 Конституции Индии и, следовательно, повлиять в целом на социально-экономическое развитие государства.

Список литературы

1. Педагогическое наследие и его роль в современном образовании [Электронный ресурс]. URL: https://infourok.ru/statya-na-temu-pedagogicheskoe-nasledie-i-ego-rol-v-sovremennom-obrazovanii-2130755.html (дата обращения: 05.06.2019).

2. Speeches and Writings of Gopal Krishna Gokhale. Edited By D.G. Karve and D.V. Ambekar. Vol. III. Educational. N.Y.: Asia Publishing House, 1967. xv, 331 p.

3. Parulekar R.V. Literacy in India. Macmillanand Co., 1939. 2s. 9d. P. 816–819.

4. Fisher L. The Life of Mahatma Gandhi. N.Y.: Harper & Row, (c)1983, c1950. xi, 558 p.

5. Bhargava M.L. History of Modern India. Upper India Publishing House, 1970–623 p.

6. Le texte suivant est tiré de Perspectives : revue trimestrielle d'éducation compare (Paris, UNESCO : Bureau international d'éducation). 1994. vol. XXIV. no. 1–2. P. 209–224.

УДК 372.881.111.1

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Бутина Ю.В., Кораблина М.В.

ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: marinakorablina@yahoo.com

В статье рассматривается профессиональная компетентность будущих инженеров, ее составляющие и возможность ее развития в процессе обучения иностранному языку. Известно, что специфика иностранного языка заключается в том, что он является не только предметом изучения, но и средством обучения. В образовательных стандартах последних лет отражена замена главной парадигмы: акцент сместился со знаниевой парадигмы на компетентностную; поставлена трудная задача – целенаправленно формировать общекультурные и профессиональные компетенции путём усиления междисциплинарных связей и подходов к процессу обучения, использования современных информационных технологий, моделирования ситуаций профессионального общения и т.д. Авторы считают, что для дисциплин, связанных с иностранными языками, задача осложняется необходимостью формирования не только профильных (языковых) навыков и умений, но и активного способствования развитию профессиональных навыков, не только коммуникативных навыков, но профессиональных коммуникативных навыков. В статье также анализируются результаты опроса бакалавров и магистрантов Тюменского индустриального университета и обсуждаются технологии формирования профессиональных компетенций у студентов. По мнению авторов, главной технологией становится сегодня контекстная технология обучения (обучение в контексте будущей профессии студентов), когда с помощью иностранного языка моделируется предметное содержание будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: профессиональная компетентность, изучение иностранного языка, универсальные и профессиональные компетенции, умения и навыки, смарт-образование

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE IN THE PROCESS OF A FOREIGN LANGUAGE LEARNING

Butina Yu.V., Korablina M.V.

Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: marinakorablina@yahoo.com

The article considers the professional competence of future engineers, its components and the possibility of its development in the process of learning a foreign language. It is known that specificity of any foreign language is that it is not only the object for learning but also the means of training. In educational standards the main paradigm has been recently changed: knowledge paradigm was replaced by a competency-based paradigm. A really challenging task was assigned – to purposefully form cross-cultural and professional competencies through strengthening interdisciplinary links and approaches to the learning process through using modern information technologies, modelling situations of professional communication, etc. The authors consider that for courses connected with foreign languages this task is becoming even more challenging as it is necessary to not only form language skills, but actively facilitate the development of professional skills at the same time; not just communicative skills but professionally-communicative skills as well. The article also comments on the results of the survey conducted among bachelors and masters of Tyumen Industrial University concerning professional competencies' importance; some efficient technologies of forming professional skills are discussed. The authors consider that a context-based training technology is becoming more and more important when with the help of foreign languages students are taught in the context of their future professional activity.

Keywords: professional competence, learning a foreign language, universal and professional competences, skills, smart-education

В образовательных стандартах последних лет отражена замена главной парадигмы: акцент сместился со знаниевой парадигмы на компетентностную; поставлена задача – целенаправленно формировать общекультурные и профессиональные компетенции путём усиления междисциплинарных связей и подходов к процессу обучения, использования современных информационных технологий, моделирования ситуаций профессионального общения и т.д.

Для дисциплин, связанных с иностранными языками, задача осложняется необходимостью формирования не только языковых навыков и умений, но и активного способствования развитию профессиональных навыков, не только коммуникативных навыков, но профессиональных коммуникативных навыков. В этой связи проблематика относительно действенных способов формирования профессиональных компетенций у студентов вузов в значительной степени актуализируется.

Цель исследования: анализ проблемы формирования профессиональной компетентности в процессе обучения иностранному языку.

Материалы и методы исследования

Материалом для анализа стали работы экспертов в сфере образования, посвящённые проблематике формирования профессиональной компетентности

студентов вузов, поиску новых стратегий её развития. Для достижения цели мы применяли метод глубинного интервью, анкетирования, наблюдения, беседы, экспериментальной работы, аналитический и компаративный методы.

Результаты исследования и их обсуждение

В современном обществе успешный выпускник должен обладать определенным уровнем профессиональной компетентности. Профессиональная компетентность складывается из деловых и личностных качеств специалиста, его знаний, умений, опыта, необходимых для успешного осуществления профессиональной деятельности, умения анализировать и прогнозировать результаты работы [1, с. 136]. Профессиональная компетентность для какой-либо профессии складывается из определенного набора универсальных и профессиональных компетенций. Эффективное осуществление практической инженерной деятельности предусматривает владение следующими компетенциями в соответствии с требованиями Международного инженерного альянса [2] и Европейской федерации национальных инженерных ассоциаций [3]:

1) широта и глубина знаний и их осмысленное применение с учетом специфики конкретной ситуации;
2) анализ инженерных проблем;
3) разработка и принятие инженерных решений;
4) оценка инженерной деятельности;
5) социальная ответственность;
6) соблюдение законодательства и правовых норм;
7) этика инженерной деятельности;
8) организация и управление инженерной деятельностью;
9) коммуникативные навыки;
10) обучение в течение всей жизни;
11) ответственность за инженерные решения;
12) поиск и внедрение инноваций.

Как показал опрос обучающихся по направлению «Строительство» Тюменского индустриального университета, наиболее значимой компетенцией является умение анализировать инженерные проблемы (62%). 54% опрошенных считают важным разработку и принятие инженерных решений. Грамотная организация и управление инженерной деятельностью и глубокие знания важны для половины студентов. 46% опрошенных готовы нести ответственность за инженерные решения, социальную ответственность и соблюдать законодательство. Умение оценивать инженерную деятельность считают важным 43% опрошенных, коммуникативные навыки – 42%. Значимость обучения в течение всей жизни осознают лишь 39% опрошенных. Самыми «непопулярными» компетенциями (31%) оказались поиск и внедрение инноваций, а также этика инженерной деятельности.

Основная часть перечисленных компетенций формируется в процессе изучения профильных дисциплин. Однако их формирование было бы неполным без изучения общеобразовательных дисциплин. На вопрос о дисциплинах, помогающих развивать вышеперечисленные компетенции, обучающиеся перечислили наряду с профильными следующие общеобразовательные дисциплины: этика, философия, педагогика и психология, правоведение, русский язык и культура речи, иностранный язык.

Ни одна успешная профессиональная деятельность невозможна без владения коммуникативными навыками. Под коммуникативными навыками мы понимаем готовность к эффективному устному и письменному общению в процессе своей профессиональной деятельности, в том числе и на иностранном языке. Большинство респондентов (92%) правильно понимают определение «коммуникативные навыки». Кроме того, 85% опрошенных согласны, что изучение дисциплины «Иностранный язык» является эффективным инструментом повышения уровня коммуникативных навыков.

Мы считаем, что профессиональная направленность обучения иностранному языку позволяет развивать не только коммуникативные навыки, но и помогает в развитии многих других компетенций. Студенты приобретают знания, которые потребуются им в дальнейшей деятельности, опыт преодоления препятствий и достижения важных целей, учатся решать проблемы профессионального характера и не только и принимать эффективные решения.

Для достижения данной цели преподавателям иностранного языка необходимо использовать различные средства обучения, технологии и методы, делая их личностно значимыми и профессионально ориентированными. Интернет-ресурсы, мультимедийные программные средства в качестве современных педагогических технологий обучения и воспитания, активные и интерактивные методы привлекаются для достижения этих целей [4, 5]. Трендом XXI века считается смарт-образование, которое задействует весь контент, доступный онлайн [6]. Интернет-ресурсы, где представлен не только текстовый материал, но также имеется множество возможностей для обо-

гащения словарного запаса и моделирования реальных ситуаций профессионального общения стали самым доступным источником профессионально значимого аутентичного материала. Их методически проработанное использование существенно повышает эффективность учебного процесса, формирует социально значимые для профессиональной деятельности качества.

Профессиональная направленность обучения иностранному языку позволяет наиболее полно и гармонично развивать компетенции обучающихся, имеющие важное значение для личного и профессионального успеха [7].

В процессе изучения иностранного языка студенты обучаются следующим навыкам:

1) анализировать, обобщать и находить информацию;

2) работать индивидуально, с партнером и в команде;

3) давать оценку и критиковать;

4) воспринимать разнообразие и межкультурные различия;

5) проявлять толерантность;

6) выбирать соответствующую ситуации модель поведения.

У студентов неязыковых вузов наибольшую трудность представляет развитие межличностных компетенций, являющихся необходимым условием успешной профессиональной деятельности. Необходимо научить студентов выражать чувства и отношения, критически мыслить, быть толерантными, а также работать в группах, принимать социальные и этические обязательства.

Целесообразнее использовать разные виды учебников и учебных пособий, концептуально их комбинировать, обязательно подключать аудирование, визуализировать обучающий материал; это помогает студентам не только развивать рецепторные навыки восприятия иноязычной речи, но и наблюдать за стилем поведения носителей языка, соответствующим ситуации общения. Изучение таких тем, как «Проблемы молодежи», составление комментариев к статьям по различным социальным и культурным проблемам формирует важнейшие нравственные качества, такие как эмпатия, толерантность, уважение к старшим, а также коммуникативные навыки (конструктивное общение, умение понять проблемы других людей и помочь в их решении).

Основным приемом профессионально ориентированного обучения иностранному языку являются интересные, современные и актуальные тексты по специальности. Далеко не в каждом вузе есть в наличии современные учебники с такими текстами. Кроме того, они очень быстро устаревают и теряют свою актуальность. Поэтому преподавателю иностранного языка важно подбирать материал, который заинтересует обучающегося. Использование пред- и послетекстового комплекса заданий и упражнений позволяет студентам освоить основную лексику по специальности и научиться извлекать ключевую информацию. Студент должен также научиться использовать прочитанную информацию в речи (монологе, диалоге). Такие методы обучения наиболее целесообразно использовать на втором году обучения (3, 4 семестр), после освоения студентами на первом году обучения основного базового грамматического материала и разговорных тем.

Выбор профессионально-ориентированных заданий зависит, прежде всего, от позиции студента. В зависимости от активности студентов на занятиях по иностранному языку можно использовать следующие технологии: проблемные дискуссии, проектный метод, кейс-технологии, мозговой штурм, игровые технологии (деловые и ролевые игры, драматизация и т.д.), чтение и письмо как средство развития критического мышления и др.

Повышение заинтересованности в изучении иностранного языка и осознание его связи с будущей профессией может быть достигнуто не только традиционными методами и средствами, но и с помощью творческих заданий (например, участие в фестивале видеороликов, пропагандирующих необходимость изучения иностранного языка для будущей профессии); через участие студентов в конференциях, круглых столах, дискуссионных клубах с носителями языка. Кроме того, эффективным вкладом в изучение иностранного языка могло бы стать написание части курсовых и дипломных проектов на иностранном языке и обязательное использование актуальных аутентичных источников. Преподавание специальных дисциплин на иностранном языке также является эффективным инструментом профессионально ориентированного подхода.

К элементам успешного занятия, развивающего необходимые для профессиональной деятельности компетенции, можно отнести следующие аспекты:

– ориентированность на обучающегося: тематика и методика занятия должны быть ориентированы на студентов и учитывать их предшествующие знания;

– ориентированность на проблему: у студентов должна быть возможность сформулировать проблему самостоятельно и решить ее с помощью знаний, полученных на занятии;

– самоорганизация: обучающийся должен уметь самостоятельно организовать часть занятия;

– обучение, основанное на примерах: развитию каждой компетенции должны служить определенные примеры;

– ориентированность на осмысление: необходимо осмысленное восприятие учебного процесса обучающимися.

В отличие от бакалавров обучающиеся на второй ступени высшего образования (магистратура) ранжируют преференции профессиональных компетенций по-иному.

Они лучше понимают, что требования к специалисту качественно изменились, что сегодня сразу несколько форм деятельности на производстве тесно взаимодействуют – к производственной добавляются проектно-конструкторская и исследовательская деятельность. Что производство, не направленное на разработку более эффективных технологий, обречено на проигрыш в конкурентной борьбе на свободном рынке. Поэтому такая компетенция, как поиск и внедрение инноваций, у них занимает высокое место по результатам опросов. Именно поэтому решается проблема трансформации образовательного процесса в вузе. Образование должно стать «деятельностным», а не просто «знаниевым», и, соответственно, учебная и познавательная деятельность студентов должна модифицироваться в научно-исследовательскую и проектно-конструкторскую. Дисциплины, связанные с иностранным языком, могут способствовать этому в большой мере, поскольку «черпать» опыт освоения новых технологий они могут с помощью иностранного языка. Огромное множество научно-технических материалов, не введённых в научный оборот в России, оказывается им доступным, и они могут пользоваться им, усиливая своё мотивационное поле. Они больше осознают значимость обучения в течение всей жизни, наблюдая, как быстро устаревают их знания (область инжиниринга – одна из самых быстро обновляемых областей в смысле технологий).

Магистранты характеризуются более сильной и сформированной мотивацией, уже владеют достаточным профессиональным кругозором. У многих уже есть опыт работы на производстве или в бизнесе, или в образовании. Эта аудитория работоспособна, имеет хорошие навыки самостоятельной работы, анализа большого объёма информации разного рода, в том числе профессионального, умеет и желает учиться. Коммуникация не затруднена в большинстве случаев; они более решительно вступают в общение на иностранном языке.

Одной из важных компетенций будущего магистра является умение работать с узконаправленной профессиональной литературой, источниками на иностранном языке, чтобы собрать исследовательскую базу для своей магистерской диссертации. Активный поиск материалов по теме научного исследования и работа с англоязычными сайтами направлены на расширение профессионального вокабуляра. Научная составляющая – одна из важнейших в контенте курса обучения, и в этом плане равное внимание уделяется не только развитию навыков работы с лексикой, отбора грамматических средств, терминологии, чтения, анализа и смыслового сжатия содержания объёмных материалов профессиональной тематики, речевых, этикетных умений, но и навыков «академического письма», аннотирования, реферирования текстов по специальности. Сюда входит формирование таких умений, как поставить цель и корректно сформулировать задачи исследования на иностранном языке, составить план научной работы, обзор источников по своей научной теме. Описать и точно перевести информацию, изложенную в графической и табличной формах, законспектировать, проанализировать результаты исследования. Составить письмо с предложением о сотрудничестве, заявку на грант, письмо рекламное и рекомендательное, написать эссе, научную статью и мн. др. Целый комплекс разнообразных навыков и умений разрабатывается для того, чтобы сформировать профессиональные навыки у магистрантов.

Как для бакалавров, так и для магистрантов, иностранный язык будет являться не только предметом изучения, но и средством обучения. Особую роль в формировании профессиональной компетентности играет контекстная технология обучения (обучение в контексте будущей профессии студентов) [8]. С помощью иностранного языка можно также с успехом моделировать предметное содержание профессиональной деятельности (ситуации, фрагменты), как и с помощью основных предметов. Игровое проектирование (квазипрофессиональная деятельность), кейсы, позволяющие вовлекать в решение конкретных проблем, деловые игры и т.д. Широкое разнообразие действенных технологий обучения применяется сегодня за рубежом. Специалисты сходятся во мнении, что в электронный век необходимо плотно задействовать всю физическую и виртуальную среду, чтобы решать задачу компетентностного обучения в высшей школе [9, 10]. В работах специалистов и практиков, инноваторов в области высшего образования описан реальный

опыт трансформации пространства для обучения и преподавания с охватом широкого перечня (физического, виртуального, формального, неформального, смешанного, гибкого и т.д.) факторов. Инновационные практики, стратегии, инициативы для образования, основанного на компетентностном подходе, представлены во многих работах [11]. Но это уже скорее задача для преподавателей иностранного языка, которым необходимо развивать или менять своё методическое мышление, овладевать самыми современными педагогическими технологиями, чтобы задействовать их в процессе обучения студентов.

Заключение

Таким образом, профессиональная компетентность складывается из множества компетенций, формирование которых происходит с помощью различных дисциплин учебного плана. Преподавание иностранного языка является неотъемлемой частью процесса формирования компетентного выпускника вуза. Успешно реализованное профессионально ориентированное обучение иностранному языку позволит выпускникам вуза стать в будущем конкурентоспособными и достойными гражданами общества.

Список литературы

1. Брюховецкая Е.В. Анализ понятий «профессиональная компетентность и профессионально-педагогическая компетентность» // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии: сборник статей по материалам XXV международной научно-практической конференции. Новосибирск: СибАК, 2013. С. 135–148.

2. Качества выпускника и профессиональные компетенции Международного инженерного альянса [Электронный ресурс]. URL: http://www.ieagreements.org/IEA-Grad-Attr-Prof-Competencies.pdf (дата обращения: 01.05.2019).

3. Руководство по регистру инженера Европейской федерации национальных инженерных ассоциаций [Электронный ресурс]. URL: http://www.feani.org/site/index.php?id=261 (дата обращения: 03.05.2019).

4. Амитрова М.В., Гусарова Ю.В., Нелюбина Е.А. Анализ процесса обучения иностранному языку и его влияние на формирование социально значимых качеств для профессиональной деятельности // Балтийский гуманитарный журнал. 2015. № 1 (10). С. 102–106.

5. Бордовская Н.В., Реан А.А. Педагогика: учеб. пособие. СПб.: Питер, 2006. 304 с.

6. Кораблина М.В. Смарт-технологии в процессе обучения иностранным языкам // Эмиховские чтения: Материалы V международной научно-практической конференции (г. Тюмень, 15–17 ноября 2017 г.). Тюмень: Агат, 2018. С. 52–59.

7. Герасименко Т.Л., Грубин И.В., Гулая Т.М., Жидкова О.Н., Романова С.А. Smart-технологии (вебинар и социальные сети) в преподавании иностранного языка в неязыковом вузе // Вестник УМО. 2012. № 5. С. 9–12.

8. Баканова И.Г. Профессионально-личностное развитие студентов – будущих экономистов средствами иностранного языка // Вестник Самарского государственного университета. 2008. № 5/1 (64). С. 106–111.

9. Образцов П.И., Уман А.И., Виленский М.Я. Технология профессионально-ориентированного обучения в высшей школе. М.: Юрайт, 2017. 271 с.

10. Kepprl M., Souter K., Riddle M. Physical and Virtual Learning Spaces in Higher Education: Concepts for the Modern Learning Environment. Hershey: IGI Global, 2011. 358 p.

11. Wang C., Winstead L. Handbook of Research on Foreign Language Education in the Digital Age. Hershey: IGI Global, 2016. 460 p.

12. Rasmussen K., Northrup P., Colson R. Handbook of Research on Competency-Based Education in University Settings. Hershey: IGI Global, 2016. 454 p.

УДК 378.147:61

ВЗАИМООБУСЛОВЛЕННОСТЬ ГОТОВНОСТИ СТАРШЕКУРСНИКОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МАРШРУТА И РЕАЛИЗАЦИИ ИХ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гетман Н.А., Котенко Е.Н., Галянская Е.Г.

ФГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск, e-mail: gettmann_natali@mail.ru

В данной статье представлены результаты исследования готовности студентов старших курсов лечебного факультета к проектированию индивидуального образовательного маршрута (ИОМ). Авторы представляют, на их взгляд, наиболее оптимальные критерии оценивания данной готовности, рассматривают основные подходы к организации образовательного процесса на кафедре акушерства и гинекологии с ИОМ. Авторами статьи установлена связь между организацией изучения дисциплины «Акушерство и гинекология» с помощью индивидуального образовательного маршрута с уровнем сформированности профессиональных компетенций студентов; определены этапы проектирования, содержание индивидуального образовательного маршрута в соответствии с индивидуальными потребностями и возможностями студентов. Представлены результаты анкетирования старшекурсников о готовности их к проектированию индивидуального образовательного маршрута. Рассмотрены типы индивидуальных образовательных маршрутов, принципы их формирования, исходя из приоритетов в будущей профессиональной деятельности. Выводы, сделанные авторами, показывают, что проведённое исследование актуально, доказана необходимость подготовки обучающихся старших курсов медицинского вуза к проектированию образовательного маршрута. При этом выявленный дефицит знаний, умений и навыков обучающихся в проектировании образовательного маршрута, который может явиться базой для дальнейшего проектирования непрерывного медицинского образования, может быть разрешен с помощью обучающего занятия по проектированию ИОМ.

Ключевые слова: образовательный процесс, готовность, индивидуальный образовательный маршрут, проектирование, типы маршрутов, критерии оценивания готовности, мотив выбора индивидуального образовательного маршрута

INTERACTION OF READINESS OF SENIORS OF MEDICAL HIGHER EDUCATION INSTITUTION FOR THE DESIGN OF INDIVIDUAL EDUCATIONAL ROUTE AND REALIZATION OF THEIR CONTINUOUS MEDICAL EDUCATION IN PROFESSIONAL ACTIVITIES

Getman N.A., Kotenko E.N., Galyanskaya E.G.

Omsk State Medical University Ministry of Health of Russian Federation, Omsk, e-mail: gettmann_natali@mail.ru

This article presents the results of a study of the readiness of senior students of the medical faculty to design an individual educational route. The authors, in their opinion, present the most optimal criteria for evaluating this readiness, consider the main approaches to the organization of the educational process at the Department of Obstetrics and Gynecology using the individual educational route (IOM). The authors of the article establish a connection between the organization of the study of the discipline «Obstetrics and Gynecology» by means of an individual educational route with the level of formation of students' professional competences; The design stages, the content of the individual educational route were determined in accordance with the individual needs and abilities of students. Presents the results of a survey of undergraduates about their readiness to design an individual educational route. The types of individual educational routes, the principles of their formation, based on the priorities in future professional activity are considered. The conclusions made by the authors show that the conducted research is relevant, it is proved the need to prepare senior medical students for designing an educational route. At the same time, the identified lack of knowledge and skills of students in the design of the educational route, which can serve as a basis for the further design of continuing medical education, can be resolved with the help of an IOM design training session.

Keywords: educational process, readiness, individual educational route, design, route types, criteria for assessing readiness, the motive of choosing an individual educational route

Развитие современного общества тесно связано со способностью студентов высших образовательных учреждений находить эффективные способы обеспечения своей будущей профессиональной деятельности, а также возможности проявления творческой инициативы. Проектирование индивидуально-образовательного маршрута позволяет создать образовательное пространство в вузе, соответствующее образовательным потребностям обучающихся. Будущий врач должен быть готов к непрерывным профессиональным изменениям, быть в курсе новейших достижений медицинской науки

и практики, постоянно повышать свой профессиональный уровень. В этом ему может помочь непрерывное медицинское образование (НМО). НМО, как система последипломного образования, должна обеспечить непрерывное совершенствование знаний и навыков, умений в течение всей профессиональной жизни врача, развивать профессиональные компетенции [1].

Однако студент не всегда готов выбрать тот или иной образовательный маршрут, даже если он является старшекурсником. Многие обучающиеся пассивны и не осознают ответственности за сделанный выбор, за свой личностный и образовательный рост [2].

Цель исследования: проанализировать готовность старшекурсников медицинского вуза к обучению по индивидуальному образовательному маршруту, который является прообразом непрерывного медицинского образования.

Материалы и методы исследования

В теоретических исследованиях, в образовательной практике, проектирование индивидуального образовательного маршрута рассматривается как система. Мы рассматриваем индивидуальный образовательный маршрут как образовательную программу, которая предполагает наличие организационно-управленческих условий, позволяющих реализовать принципы личностно-ориентированного обучения для достижения установленного федерального государственного образовательного стандарта в зависимости от образовательных потребностей и возможностей.

Результаты исследования и их обсуждение

В структуру индивидуального образовательного маршрута нами были включены следующие компоненты: целевой, который отражает мотивацию обучающегося, которая влияет на постановку целей и задач индивидуально-образовательного маршрута; содержательный, описывающий содержание индивидуально-образовательного маршрута как образовательной программы; технологический компонент описывает используемые педагогические технологии, методы, методики, системы обучения и воспитания; организационно-педагогический компонент, описывающий условия реализации и характеристику студента (возраст, уровень готовности к усвоению, образовательной потребности); результативный компонент описывает ожидаемые результаты реализации [2].

В основу диагностического компонента нашего исследования был положен опыт проектирования ИОМ обучающихся в российских вузах. Подобные исследования нами были проведены с врачами стоматологических специальностей, обучающимися в системе непрерывного медицинского образования [3, 4].

В связи с тем, что процесс проектирования ИОМ предполагает наличие необходимых знаний и умений осуществления проектировочной деятельности, была изучена мотивационная, когнитивная и технологическая готовность обучающихся старших курсов лечебного факультета к проектированию индивидуального образовательного маршрута, что и явилось основанием выбора критериев.

В качестве респондентов выступали обучающиеся пятого и шестого курсов лечебного факультета (кафедра акушерства и гинекологии Омского государственного медицинского университета (ОмГМУ) в количестве 48 человек – пятый курс; 52 человека – шестой курс).

Основываясь на том, что проектирование индивидуального образовательного маршрута обучающегося должно осуществляться на основе знаний о себе, о мотивах и целях, преследуемых им при получении высшего образования, прежде всего была изучена мотивация будущих врачей. Обучающимся было предложено ответить на следующие вопросы: Выберите пункты, относящиеся к Вам:

– хочу стать квалифицированным врачом, пока не знаю каким;

– уже точно знаю, каким врачом хочу быть (укажите:____);

– хочу работать в области медицины, но не участковым терапевтом;

– хочу заниматься наукой в области медицины;

– считаю, что медицинское образование даст мне гарантированный источник дохода и благосостояния;

– жалею, что поступил(а) в медицинский;

– медицина – мое призвание;

– медицинский университет посоветовали родители и т.д.

При изучении мотивов получения медицинского высшего образования нами был задан следующий вопрос: Какой результат Вы хотите получить в конце обучения в вузе?

Мотивы обучающихся при получении высшего образования мы разделили на несколько групп, позволяющих одновременно определить возможные типы индивидуальных образовательных маршрутов студентов: маршрут «Специалист»; «Знания»; «Наука»; «Я-центрированный»; «Материальное благосостояние»; «Ступень к другой специальности». В анкетировании приняло участие 100 обучающихся пятого и шестого курсов. Результаты анкетирования отражены в представленной ниже табл. 1.

Таблица 1

Мотивы получения высшего образования

Мотив получения образования	Маршрут	Кол. обучающихся, выбравших маршрут
Получение знаний, умений, формирование профессиональных компетенций	«Знания»	15 (15%)
	«Наука»	11 (11%)
	«Специалист»	12 (12%)
Экономический ориентир	«Материальное благосостояние»	46 (46%)
Личностно-ориентированный	«Я-центрированный»	11 (11%)
	«Ступень к другой специальности»	5 (5%)

Рассмотрим более подробно мотивы получения образования и характеристики маршрутов.

Группа мотивов, связанных с получением знаний, умений, формированием профессиональных компетенций, суммарно набрала 38% опрашиваемых. Яркой иллюстрацией мотивации обучающихся мы считаем цитаты из анкет, которые отражают направленность маршрута (результат обучения): «В конце обучения, благодаря индивидуальным занятиям, у меня должны хорошо закрепиться знания» (Алёна И.); «Получение знаний, которые могут пригодиться и использоваться в профессиональной деятельности» (Илья К.); и т.д. Маршрут «Наука» предполагает получение знаний для дальнейшего занятия научной деятельностью. Студенты, которые выбрали данный маршрут (11%), больше уделяют внимания одному предмету или учебному циклу. Интерес к акушерству и гинекологии достаточно велик у этих студентов, они нацелены на поступление в ординатуру. Многие обучающиеся, выбравшие занятия наукой основным мотивом для получения высшего образования, в своих ответах сообщают о желании обучаться в дальнейшем в аспирантуре или иметь соискательство. Обучающиеся считают: «В конце обучения хочется быть более компетентной в тех предметах, которые мне наиболее необходимы, соответственно, различные научные работы по таким предметам помогут в реализации данной цели» (Анна П.); «Независимо от того, что выбранная мною специальность предполагает практическую деятельность, я связываю свою дальнейшую жизнь только с наукой» (Надежда А.); и т.д. Маршрут «Специалист» предполагает освоение знаний для получения выбранной специальности. Мнения студентов разнообразные:- «Я получаю высшее образование, чтобы лучше работать по специальности» (Дмитрий К.); «Требуются только квалифицированные специалисты» (Василий Д.) и т.д.

Следующая группа мотивов, которую мы рассматривали – это группа экономически ориентированных мотивов. Маршрут «Материальное благосостояние»: образование – это путь к приобретению более высокого положения в обществе, достойного материального благополучия. Мнения студентов достаточно однопланов: «Высшее образование необходимо для успешного устройства на работу» (Александр О.); «Высшее образование нужно, чтобы получить перспективную работу» (Оксана К.); «Я учусь, чтобы обеспечить себе будущее, высокий социально-экономический статус» (Роман С.) и т.д.

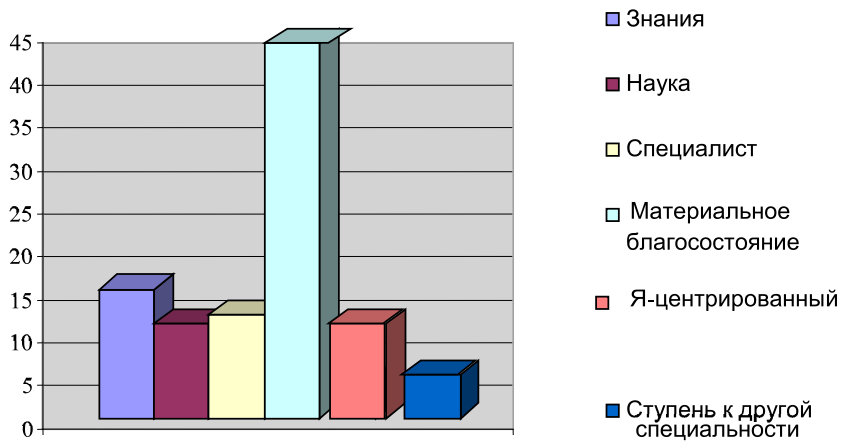
Группа личностно-ориентированных мотивов, которая рассматривает мотив получения образования с помощью маршрутов: «Я-центрированный» «Ступень к другой специальности» менее всего представлена, всего 16%. «Я-центрированный» маршрут – образование позволяет лучше узнать себя, свои особенности, способности, возможности, способствует их реализации, утверждению себя в жизни.

Мнения студентов, характеризующих эти мотивы: «Благодаря высшему образованию я чувствую себя комфортно в любой компании» (Валерия К.); «Высшее образование – это самоутверждение в жизни» (Кристина Х.) и т.д. Маршрут «Ступень к другой специальности» предполагает, что получаемое сейчас образование – это только этап на продвижении к выбранной специальности. Число мотивированных в этом направлении студентов невелико. В силу разных обстоятельств таким обучающимся не удалось сразу поступить на ту специальность, которая им нравится. И теперь они вынуждены учиться, стараются приспособиться к этому вузу или факультету, то есть учиться, чтобы не терять время, с надеждой поступить на желаемую специальность в ординатуре. Мнения обучающихся, характеризующих эти мотивы: «На данный момент я учусь на этой специальности, но я мечтала стать хирургом-гинекологом»

(Оксана С.); «Поставив цель, нужно идти к ней. «Москва не сразу строилась». Так вот, «моя Москва» получает в вузе фундамент. Потом я смогу получить ту специальность, которую хотел» (Родион Л.) и т.д. На рисунке представлено соотношение числа обучающихся, выбравших различные типы маршрутов, между собой.

Представленные результаты показывают: наибольшее количество обучающихся (46%) считают, что высшее образование позволит им в дальнейшем достичь материального благополучия, получить высокооплачиваемую должность. Несколько меньше обучающихся (38% от общего числа опрошенных) получают образование для приобретения фундаментальных, теоретических и практических знаний. При этом часть обучающихся (11%) углубленно изучают только отдельные предметы или циклы предметов, собираясь в дальнейшем продолжить обучение в ординатуре или аспирантуре. Часть обучающихся (12%) выбор профессии сделали осознанно, собираясь в дальнейшем работать по выбранной специальности. Некоторая часть обучающихся (5%) считает получение образования возможностью принести пользу своей стране, своей Родине. Высшее образование придаёт уверенность в жизни, способствует самореализации, самоутверждению – так считает 11% опрошенных. Небольшая часть обучающихся (5%) старается «смириться» с тем, что обучается по данной специальности, надеясь в дальнейшем все-таки получить желаемую специальность. Совокупность выделенных групп мотивов позволяет создать представление о мотивационной сфере обучающихся при получении высшего медицинского образования на последних курсах. Как показывают результаты исследования, мотивы обучающихся, связанные с получением образования и его ценностью в жизни, разнообразны и разноплановы. Это в очередной раз подтверждает наличие различных целей получения высшего образования. Разноплановость мотивации обучающихся подтверждает необходимость проектирования индивидуальных образовательных маршрутов у них. Это возможно только при наличии у обучающихся желания учиться по индивидуальному образовательному маршруту и необходимых знаний по проектированию своей образовательной деятельности.

При изучении мотивационного компонента готовности мы определяли желание обучающихся учиться по индивидуальному образовательному маршруту и осознание ими необходимости и возможности этого обучения. Результаты анкетирования и тестирования, бесед и наблюдений показали, что 68% опрошенных хотели бы обучаться по индивидуальному образовательному маршруту. Они считают, что «при этом учитываются индивидуальные возможности и способности», «это очень удобно и более продуктивно, чем обычная система», «индивидуальный образовательный маршрут – это определённая программа, созданная в целях доступного и успешного получения образования обучающимися». При этом 20% обучающихся не хотели бы обучаться по индивидуальному образовательному маршруту, объясняя это тем, что «данная система применима только для дистанционной или заочной формы обучения», «такой тип обучения подходит обучающимся с ограниченными возможностями». Остальные обучающиеся не определились со своим отношением.



Количество обучающихся, выбравших различные типы индивидуальных образовательных маршрутов (в% от общего числа ответов)

Таблица 2

Результаты исследования когнитивного компонента готовности обучающегося к проектированию индивидуального образовательного маршрута

Знания	характеристики		
	знаю	не знаю	собственное видение
Сущность индивидуального образовательного маршрута	3%	97%	85%
Типы индивидуальных образовательных маршрутов	0%	100%	–
Сущность педагогического проектирования, этапы	0%	100%	15%

Когнитивный компонент готовности обучающихся к проектированию индивидуального образовательного маршрута предполагает овладение обучающимися знаниями о сущности индивидуального образовательного маршрута, его типах, отборе содержания индивидуального образовательного маршрута, о сущности, принципах, условиях и этапах проектирования индивидуального образовательного маршрута.

С целью исследования когнитивного компонента готовности использовались различные методики [5, 6]. Представим разработанную нами анкету для изучения когнитивного компонента готовности студентов старших курсов к проектированию индивидуального образовательного маршрута:

1. Насколько Вы знакомы с термином «индивидуальный образовательный маршрут»?

А) знаю… Б) не знаю… В) свое определение_____

2. Назовите типы индивидуальных образовательных маршрутов:

А)___ Б)____ В)_____

3. Знаете ли Вы, как проектируется индивидуальный образовательный маршрут студента?

А) знаю__ Б) не знаю__ В) имею свое представление__.

4. Назовите этапы педагогического проектирования и определите их содержание.

Полученные результаты показали, что практически все студенты ответили только на первый вопрос (табл. 2).

Полученные ответы продемонстрировали всю серьёзность проблемы: обучающиеся не могут проектировать свой образовательный маршрут, так как не обладают необходимыми знаниями. Не зная сущности индивидуального образовательного маршрута, многие обучающиеся (85%), тем не менее, попытались выразить собственное понимание индивидуального образовательного маршрута. Также часть обучающихся (15%) попыталась выразить своё понимание сущности и этапов проектирования индивидуального образовательного маршрута. В ответах обучающихся отмечаются такие характерные черты образовательного маршрута: «это специально разработанная программа для студентов» (Сергей С.), «индивидуальный подход к построению образовательного процесса» (Анастасия П.). Кроме того, обучающиеся указали на возможность выбора при проектировании тех дисциплин (гинекология), которые отвечают их интересам, подчёркивают большую самостоятельность обучающегося, чем при традиционном обучении. Важно отметить, что большинство опрошенных (68%) указывают на необходимость помощи (консультирования) преподавателей при проектировании индивидуального маршрута и в ходе его реализации (при возникновении затруднений). Изучение технологического компонента готовности студентов к проектированию индивидуального образовательного маршрута [7] показало следующее: обучающиеся не владеют умениями проектирования, не могут определить этапы проектирования, но при этом 70% опрошенных хотели бы проектировать образовательный маршрут самостоятельно, если бы знали, как это можно сделать; 18% обучающихся рассчитывают только на помощь преподавателя в планировании образовательного маршрута, хотя и проявляют достаточную самостоятельность в образовательной деятельности; оставшиеся обучающиеся так и не решили – желают ли они обучаться по ИОМ, поэтому воздержались от ответа. Опрошенные обучающиеся отметили, что не имеют опыта работы с учебной документацией (планами, программами), не умеют прогнозировать результаты обучения по ИОМ.

Выводы

Таким образом, проведённое исследование подтвердило актуальность определённой проблемы – необходимость подготовки обучающихся старших курсов лечебного факультета в системе высшего образования к проектированию образовательного маршрута. Разработанные критерии и показатели, использованные методы исследования оказались эффективными для изучения уровня готовности старшекурсников к проектированию ИОМ. Обучающиеся старших курсов лечебного факультета в системе высшего образования осознают возможно-

сти и особенности обучения по ИОМ. При этом наблюдается дефицит знаний, умений и навыков этих обучающихся в проектировании образовательного маршрута, который может явиться базой для дальнейшего проектирования непрерывного медицинского образования. Полученные данные обосновывают необходимость проведения обучающего занятия, посещение которого позволило бы студентам самостоятельно разработать свой индивидуальный образовательный маршрут изучения и такой дисциплины, как акушерство и гинекология, и других дисциплин.

Список литературы

1. Модель повышения эффективности реализации непрерывного медицинского образования. [Электронный ресурс]. URL: Интернетfile:///C:/Users/Users/Downloads/minzdrav_about_nmo.pdf.pdf (дата обращения: 20.05.2019).

2. Богатырко А.О. Технология проектирования индивидуально-образовательного маршрута студента // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 2. Ч. 4 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2015/02/48417 (дата обращения: 25.05.2019).

3. Гетман Н.А., Котенко В.В., Котенко Е.Н. Подготовка преподавателя вуза к профессиональной деятельности в соответствии с современными профессиональными стандартами // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 9–3. С. 490–494.

4. Зырянов Б.Н., Гетман Н.А. Опыт исследования готовности слушателей последипломного обучения по стоматологическим специальностям к проектированию индивидуального образовательного маршрута // Итоговая международная конференция по проекту TEMPUS IV 159328-TEMPUS-1-2009-1-FR-TEMPUS-SMHES «Система обучения в течение жизни для преподавателей медицинских вузов»: сборник статей. 2012. С. 101–108.

5. Лоренц В.В. Основы проектирования индивидуально-образовательного маршрута студента. Омск: ОмГПУ, 2006. 157 с.

6. Марсова С.Е. Индивидуальный образовательный маршрут студента в системе непрерывного образования. [Электронный ресурс]. URL: http://www.kpinfo. org/activities/ research/ conferences/conference-internet-2013-april/80-razvitie-pedagogicheskogo-obrazovaniya-v-mire/471-3-17 (дата обращения: 17.05.2019).

7. Колдаев В.Д. Моделирование индивидуального образовательного маршрута студента в учебном процессе вуза. Текст научной статьи по специальности «Народное образование. Педагогика». [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-individualnogo-obrazovatelnogo-marshruta-studenta-v-uchebnom-protsesse-vuza (дата обращения: 14.06.2019).

УДК 376.112.4

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОСОБЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

[1]Евтушенко И.В., [2]Симонов А.П., [3]Хузина Л.Р., [3]Армянинова К.А., [4]Закиров Р.З., [1]Евтушенко А.И., [5]Ерошина Г.Ю., [6]Любимова Т.Л., [7]Соловьева И.Л., [8]Осокина С.А.

[1]ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Москва, e-mail: evtivl@rambler.ru;

[2]ГКОУ «Магаданский областной центр образования № 1», Магадан, e-mail: sksch19@ya.ru;

[3]ГБУ ДО «Республиканский центр внешкольной работы», Казань, e-mail: rcvr2014@mail.ru;

[4]МБОУ ДО «Станция юных техников», детский технопарк «Кванториум», Альметьевск, e-mail: almetkvantorium@mail.ru;

[5]ОГБОУ «Школа-интернат "Вера"», Рязань, e-mail: erochina_galina@mail.ru;

[6]АНО Учебно-кинологический центр «Собаки – помощники инвалидов», Москва, e-mail: Lubimovi@yandex.ru;

[7]ГАОУ ВО города Москвы «Московский городской педагогический университет», Москва, e-mail: 89036283574@mail.ru;

[8]ФГБУК «Всероссийский центр художественного творчества», Москва, e-mail: info@vcht.center

В текущем году в ходе Московского международного салона образования состоялось заседание круглого стола «Создание условий для качественного и доступного образования детей с ОВЗ и детей-инвалидов в системе дополнительного образования: презентация лучших практик», организатором которого выступил Департамент государственной политики в сфере воспитания, дополнительного образования и детского отдыха Минпросвещения России. Целью проведения круглого стола явилось объединение на одной площадке всех участников сферы дополнительного образования обучающихся с особыми образовательными потребностями: представителей профессионального и экспертного сообществ, органов управления дополнительным образованием, общественных объединений и бизнес-структур. В настоящее время во всем мире отмечается устойчивая тенденция к повышению количества обучающихся различных возрастных групп, нуждающихся в создании специальных образовательных условий, к которым относится квалифицированная педагогическая деятельность в сфере дополнительного образования обучающихся с особыми образовательными потребностями. При постоянном увеличении потребности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в создании специальных условий обнаружились существенные противоречия современной системы образования, связанные с недостатками определения перечня и предоставления специальных образовательных условий, адаптированных возможностям обучающихся; обеспечением персонифицированными условиями доступности; регулированием профессиональной деятельности педагогов дополнительного образования, обеспечивающих реализацию адаптированных программ дополнительного образования.

Ключевые слова: специальные условия, дополнительное образование, обучающиеся с особыми образовательными потребностями

CREATING SPECIAL CONDITIONS FOR ADDITIONAL EDUCATION OF STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS

[1]Evtushenko I.V., [2]Simonov A.P., [3]Khuzina L.R., [3]Armyaninova K.A., [4]Zakirov R.Z., [1]Evtushenko A.I., [5]Eroshina G.Yu., [6]Lyubimova T.L., [7]Soloveva I.L., [8]Osokina S.A.

[1]Moscow State Pedagogical University, Moscow, e-mail: evtivl@rambler.ru;

[2]Magadan Regional Education Center № 1, Magadan, e-mail: sksch19@ya.ru;

[3]Republican center of extracurricular activities, Kazan, e-mail: rcvr2014@mail.ru;

[4]Children's technopark «Kvantorium», Almetyevsk, e-mail: almetkvantorium@mail.ru;

[5]School «Vera», Ryazan, e-mail: erochina_galina@mail.ru;

[6]»Dogs as assistants for disabled people» training center, Moscow, e-mail: Lubimovi@yandex.ru;

[7]Moscow City Teacher Training University, Moscow, e-mail: 89036283574@mail.ru;

[8]All-Russian Center of Artistic Creativity, Moscow, e-mail: info@vcht.center

This year, during the Moscow International Salon of Education, a round table meeting was held on «Creating conditions for quality and affordable education of children with disabilities and disabled children in the system of additional education: presentation of best practices», organized by the Department of Public Policy in the Field of Upbringing, Additional Education and children's recreation Ministry of Education of Russia. The purpose of the round table was to unite on one platform all participants in the sphere of additional education of students with special educational needs: representatives of the professional and expert communities, authorities of additional education, public associations and business structures. At present, there is a steady tendency throughout the world to increase the number of students of various age groups who need to create special educational conditions, which include qualified pedagogical activity in the field of additional education of students with special educational needs. With the constant increase in the need for students with disabilities to create special conditions, significant contradictions have emerged in the modern education system related to the shortcomings of the definition of the list and the provision of special educational conditions adapted to the possibilities of students; provision of personalized accessibility conditions; regulation of professional activities of teachers of additional education, ensuring the implementation of adapted programs of additional education.

Keywords: special conditions, additional education, students with special educational needs

Современное дополнительное образование обучающихся с особыми образовательными потребностями (далее – ДО обучающихся с ООП) представляет собой наиболее интенсивно развивающуюся педагогическую систему, построенную на добровольном выборе естественнонаучных, предметных, технических, творческих, художественных, спортивных видов деятельности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) и инвалидностью. На круглом столе «Создание условий для качественного и доступного образования детей с ОВЗ и детей-инвалидов в системе дополнительного образования: презентация лучших практик» VI Московского международного салона образования (12 апреля 2019 г.) были рассмотрены теоретические и нормативно-правовые аспекты отечественного ДО, а также представлен опыт уникальных авторских моделей по созданию специальных условий для качественного и доступного образования детей с ООП.

Цель исследования: выделение и обоснование специальных педагогических условий повышения эффективности ДО обучающихся с ООП.

Методы исследования: обобщение и систематизация передового педагогического опыта наиболее успешных моделей ДО обучающихся с ООП.

Внедрение инноваций, обусловленных современным состоянием общества, способствует реализации таких стратегических задач федеральной и региональной политики, как: информатизация принятия решений, создание единой информационной базы системы ДО [1]; повышение эффективности функционирования психолого-медико-педагогических комиссий, объективно и адекватно определяющих индивидуальный образовательный маршрут всех форм и видов получаемого образования [2]; организация специальных образовательных условий для получения качественного ДО всеми категориями обучающихся с ООП [3–5]; создание механизмов продуктивного взаимодействия образовательных организаций общего, специального и дополнительного образования, реализующих инклюзивные подходы к обучению детей с ООП [6]; модернизация системы дополнительного профессионального образования специалистов, работающих с обучающимися с ООП, а также повышение квалификации профессорско-преподавательского состава организаций высшего образования [7]; подготовка обучающихся с ООП к самостоятельному проживанию, профессиональному самоопределению и успешному трудоустройству [8; 9]; вовлечение в специальный дополнительный образовательный процесс родителей детей с ООП; создание позитивной общественной позиции к детям с ООП, соответствующей содержанию Конвенции ООН о правах инвалидов [10; 11]; моделирование системных компонентов общего, специального и дополнительного образования обучающихся с ООП, от раннего до взрослого возраста [12]; разработка нормативно-правовых и организационно-управленческих условий для успешного взаимодействия организаций ДО с организациями здравоохранения, соцзащиты [13–15]; проведение организационных мероприятий по созданию общероссийского общественного объединения специалистов, обучающих детей с ООП.

Магаданский центр образования № 1, являясь флагманом специального образования Северо-Востока России, с 2019 г. с целью расширения ДО начал реализацию региональной инновационной площадки «Использование ресурсов ДО для социализации детей с ОВЗ (интеллектуальными нарушениями) и инвалидностью». С дошкольного возраста дети в игровой форме получают знания в области информатики. Формируемые в рамках занятий жизненные компетенции способствуют лучшему овладению системой социальных отношений, успешной интеграции в социальное окружение. Для выпускников с тяжелыми множественными нарушениями развития (далее – ТМНР: обучающиеся с синдромом Дауна, с расстройствами аутистического спектра (далее – РАС), нарушениями опорно-двигательного аппарата (далее – НОДА), слабовидящие, слабослышащие, перенесшие операции кохлеарной имплантации), не имеющих возможность продолжить обучение в профессиональных колледжах, в учреждении функционируют учебно-производственные мастерские, где продолжают расширяться и закрепляться полученные знания и умения по адаптированной программе «Информатика», используемые в дальнейшем при повышении квалификации в учреждениях среднего профессионального обучения. Востребована профессия «Рабочий зеленого хозяйства», элементы которой в игровой форме дошкольники получают в объединении «Флоришка», продолжают на занятиях ДО в школе и в летнем оздоровительном учреждении с дневным пребыванием на базе учреждения. Занятия спортом играют большую роль в формировании здорового образа жизни обучающихся. Начиная заниматься по медицинским показаниям плаванием в школьном бассейне «Китенок», дети продолжают занятия в городском бассейне под руководством профессиональных тре-

неров. В 2018/2019 г. воспитанники приняли участие в IV Всероссийском конкурсе детского и юношеского творчества «Базовые национальные ценности в творчестве»; VIII Всероссийской (с международным участием) выставке рисунка, живописи, графики и прикладного творчества школьников с ОВЗ «Краски всей России»; Всероссийском творческом конкурсе «Весеннее вдохновение»; областных: выставке изобразительного и декоративно-прикладного творчества людей с ОВЗ «Душа всегда свободна»; творческом конкурсе в области охраны окружающей среды «Другой взгляд»; соревнованиях «Специальная Олимпиада 2018»; конкурсе творческих работ «Рождественские фантазии».

В Республике Татарстан (далее – РТ) вопросам получения ДО детьми с ООП в последние годы также уделяется пристальное внимание. Важнейшим вопросом для целевой аудитории детей и их родителей становится открытость информации о возможности получения ДО, соответствующего территориальной доступности, возможности выбора направленности обучения, учитывающего специфику образовательной среды для детей с ООП. Согласно нашим исследованиям в настоящее время в РТ 55 организаций ДО в 22 муниципальных образованиях реализуют 159 программ, адаптированных для обучения лиц с ООП. Основными направлениями программ являются: естественнонаучные – 9; социально-педагогические – 28; технические – 17; туристско-краеведческие – 5; физкультурно-спортивные – 15; художественные – 80. Перечень организаций, реализующих адаптированные программы, и перечень самих программ размещены на образовательном портале Республиканского модельного центра (далее – РМЦ) ДО детей РТ в разделе «Инклюзивное образование в организациях ДО детей» (http://rcvrrt.ru/materialy/index.php?SECTION_ID=153), а также на сайтах организаций в информационной системе «Электронное образование в РТ». В целях аккумулирования информации о реализуемых программах ДО и информационной поддержки деятельности РМЦ ДО детей РТ создан навигатор дополнительного образования детей Республики Татарстан (далее – Навигатор ДОД РТ), размещающийся по адресу: http://navigator.rcvrrt.ru. В функционал данной системы входит размещение организациями ДО детей (посредством авторизации в личных кабинетах системы) сведений (согласно унифицированной форме) о реализуемых на их базе программах ДО. На данный момент в системе Навигатор ДОД РТ зарегистрированы 153 организации ДО системы образования РТ, представлены 5 349 программ. Впервые тестовый запуск портала был осуществлен в 2017 г. Среди преимуществ Навигатора ДОД РТ: поиск программ ДО по всем муниципальным образованиям РТ, по формам и категориям реализации программ; возможность синхронизации с картографическим сервисом Яндекс.Карты, что позволяет получить информацию о ближайшем к месту проживания ребенка учреждении ДО, сведения об адресе и контактах учреждения, информацию о реализуемых на базе отдельных организаций ДО детей программах, которые приводятся на странице в виде списка с наименованиями и описанием. Подключение в 2018 г. по API к федеральному навигатору позволило в полной мере осуществить возможность поиска адаптированных ДО программ, реализующих социально-психологическую реабилитацию, профессиональное самоопределение детей с ООП. Выбор определенной программы дает возможность пользователю через систему Навигатор ДОД РТ подать заявление на зачисление в образовательную организацию через информационную систему «Электронное образование в РТ». Заявка, дистанционно заполненная на портале edu.tatar.ru, сразу поступает в учреждение ДО. Для удобства поиска информации детьми и их родителями рассматривается возможность ввода мобильного приложения на платформе операционной системы Android.

РМЦ ДО РТ оказывает ресурсную, учебно-методическую, организационную, экспертно-консультационную, нормативно-правовую поддержку системе организаций ДО, повышает квалификацию кадров системы ДО РТ. В текущем учебном году среди учреждений системы образования РТ общий охват ДО детей-инвалидов составил 54,25% (4418 детей-инвалидов из 8144 детей-инвалидов в возрасте от 5 до 18 лет занимаются при общеобразовательных организациях и организациях ДО детей). Специалистами РМЦ был разработан программно-методический комплект, способствующий созданию методического пространства инклюзивного ДО для специалистов, реализующих образовательную деятельность по адаптированным программам ДО. В процессе разработки и реализации проекта было организовано сетевое взаимодействие и заключены договоры о сотрудничестве с Институтом изучения детства, семьи и воспитания РАО; Городским центром образования университета управления «ТИСБИ» (Татарский институт содействия бизнесу); Центром содействия реализации социально-культурных и благо-

творительных проектов «Филантроп»; Реабилитационным центром для детей и подростков с ОВЗ «Солнечный» МТЗ и СЗ РТ. В программно-методический комплект вошли: программа по кинематографии «Титры» для детей с нарушениями слуха, к специальным условиям которой относятся: достаточная освещенность лица говорящего и фона за ним, использование современной электроакустической, звукоусиливающей аппаратуры, а также мультимедийной аппаратуры, (проецирование на большой экран), регулирование уровня шума в помещениях, наличие текстовой информации, представленной в виде печатных таблиц на стендах или электронных носителях, предупреждающей об опасностях, изменениях в режиме обучения и обозначающей названия приборов, кабинетов и мастерских, облегчающих самостоятельную ориентировку в пространстве образовательной организации; специальные места для хранения FM-систем, слуховых аппаратов, зарядных устройств, батареек в помещениях для занятий, дополнительные технические средства, обеспечивающие оптимальные условия для восприятия устной речи при повышенном уровне шума: коммуникационные системы (системы FM-радио), программно-аппаратные комплексы, видео- и аудиосистемы, технические средства для формирования произносительной стороны устной речи, в том числе позволяющие ребенку осуществлять визуальный контроль за характеристиками собственной речи; программа спортивной игры «Бочче» для обучающихся школьного возраста с НОДА; программа для обучающихся с РАС «Азбука успеха», предусматривающая наличие таких специальных условий, как зонирование пространства (зона отдыха, сенсорная зона, выделение зоны для физической разгрузки – мат, мягкие подушки; палатка, в которой можно на некоторое время уединиться, зона для работы с пластилином – доска А3 для размазывания, коробка с пластилином; система визуальных подсказок, правила поведения, алгоритмы выполнения конкретных заданий и др.); программа «Робототехника» для обучающихся с НОДА. Апробация программ проводилась на базах организаций ДО трех муниципальных районов РТ и г. Казани в течение 7 месяцев и включала использование следующих диагностических инструментов: анкетирование, опросники, дневники наблюдения, проективные методики, творческие и письменные работы обучающихся, участие в конкурсах, спортивных состязаниях, тестирование двигательных качеств. В результате апробации подтверждена положительная динамика социализации обучающихся, а также улучшение психологического и физического состояния здоровья детей с ООП. У детей с РАС расширились представления о себе, окружающем мире, они научились произносить звуки «а», «у» и сливать их со звонкими согласными, частично используя жестовую коммуникацию, с помощью педагога пересчитывают игрушки в пределах 5, выкладывают их слева направо, собирают пазлы из 2–4 частей, из мягких модулей стоят фигуры, повысился интерес к занятиям. Занятия детей с НОДА по программе «Бочче» способствовали формированию положительных эмоций, позволили улучшить показатели меткости и бросков мячей на дальность, попадания в цель увеличились на 11%; показатели теста на дальность броска увеличились на 6%; показатели теста на координацию движения увеличились на 14%. Дети с нарушением слуха (программа «Титры») продемонстрировали динамику в овладении способами передачи эмоций: в начале реализации программы 12% обучающихся и 82% – по завершению периода апробации; научились распознавать эмоции: 12% и 82% обучающихся соответственно; овладели умением построить актерский этюд 1% и 53% обучающихся соответственно; не умели в начале апробации вовлечь в этюд других участников группы и овладели данным умением 45% обучающихся; не могли сыграть зарисовку перед камерой и научились все; различали драматические и комедийные актерские амплуа 80%, а к концу апробации 100% обучающихся. Обучающиеся приняли участие в инклюзивном фестивале «Ты можешь больше!»; городском инклюзивном проекте адаптивных видов спорта «Игры равных возможностей»; съемках телепередачи «Давай дружить!».

Создание детских технопарков «Кванториум», организовано Фондом развития образования для возрождения престижа инженерных профессий и подготовку кадрового резерва для глобального технологического лидерства России. В детском технопарке «Кванториум» г. Альметьевска представлены образовательные программы квантумов технической направленности: «Робоквантум», «IT квантум», «Промышленный дизайн», «Нейроквантум», «Наноквантум», «Математика». В целях повышения роли культурологических и гуманитарных дисциплин в содержании ДО успешно реализуются студии ДО: «Лаборатория вкуса», «Лаборатория стиля», «Лаборатория растительного мира», «ЗОО кружок», «ИЗО и ручное творчество», «Любознайка». С октября 2017 г. в единый образовательный процесс ДО включены обучающиеся

с ООП. В «Лаборатории вкуса» дети с умственной отсталостью обучаются приготовлению пищи; дети с ЗПР в направлении «Нейроквантум» погружаются в виртуальную реальность подводного мира; в «IT-квантум» дети с ООП обучаются форматировать текст в Microsoft Word и строить таблицы в Microsoft Excel; в «Робоквантум» детям с НОДА представлена возможность в освоении образовательных наборов для занятий электроникой с использованием интерактивного android компьютера TVico с сенсором трекинга тела («Танцы с Андроид компьютером»).

Отдельным направлением ДО школы № 904 г. Москвы с 2017 г. является обучение современным бальным танцам умственно отсталых обучающихся; выделение и обоснование педагогических условий повышения эффективности их танцевальной деятельности. К таким условиям можно отнести моделирование танцевально-развивающей среды; организацию творческого танцевального коллектива умственно отсталых детей, его последовательное сплочение, совершенствование; моделирование успешности занятий современными бальными танцами (доступность содержания, гуманизация процесса обучения, использование игровых приемов, взаимопомощь в решении проблемных ситуаций); постоянное улучшение деятельности педагога ДО, повышение его квалификации; организацию практического применения навыков танцевальной деятельности обучающимися в образовательной и свободной деятельности; дифференцированный и персонифицированный подход к детям с учетом уровня сформированности танцевальной культуры; использование современного материально-технического обеспечения, включающего в себя звукозаписывающую, звуковоспроизводящую, звукоусиливающую аппаратуру и ИКТ; реализацию разработанной примерной адаптированной программы ДО обучения современным бальным танцам; организацию обучения современным бальным танцам в доступной форме и в более замедленном темпе с учетом ограниченных интеллектуальных и физических возможностей детей; преодоление нарушений развития, свойственных обучающимся с нарушениями интеллекта, как средствами самих современных бальных танцев, так и с помощью коррекционных технологий; предметное взаимодействие педагога ДО с другими специалистами образовательной организации, родителями и родственниками в формировании основ танцевальной культуры обучающихся. Содержанием программы является: сформировать интерес к танцевальной деятельности, основы чувства танцевального стиля; включить современные бальные танцы в повседневную жизнь умственно отсталых обучающихся; обучить технически правильным танцевальным движениям; развивать танцевальные способности обучающихся, чувство ритма; обучить эмоциональному и выразительному танцу во взаимодействии с партнером; преодолевать нарушения познавательного развития, неадекватные формы поведения; способствовать успешной социокультурной реабилитации и адаптации путем взаимодействия ребенка с современным танцевальным искусством; формировать положительные личностные качества обучающихся (сдержанность в проявлении эмоциональных и поведенческих реакций, поддержание опрятного внешнего вида, дисциплинированность, исполнительность, свобода творческой самореализации, общительность) в момент исполнения танца, навыков сценического поведения, «концертного» исполнения; довести танцевальные движения (*медленный вальс, танго, венский вальс, фокстрот, ча-ча-ча, румба, джайв*) до технически, ритмически и эмоционально правильного исполнения под музыку/без музыкального сопровождения (под устный счет) во взаимодействии с партнером; составлять танцевальные схемы из изученных движений; создавать концертные номера с использованием изученных схем; готовить выступления на концертах, утренниках, праздниках, как внутри школы, так и за ее пределами («Рождественская звезда», 2017; «1 + 1», 2017, 2018, 2019).

Оригинальной и действенной методикой разностороннего развития личности детей с ООП являются анималоориентированные технологии, представленные в нашей стране дельфино- и тюленетерапией, иппотерапией, канистерапией и др. Канистерапия, как занятия со специально обученными собаками, направлена на коррекцию, реабилитацию и социальную адаптацию детей с ООП. Эти занятия предполагают целенаправленные действия, упражнения, предусматривающие непосредственный контакт ребенка с собакой под руководством специалиста. Проект «Солнечный Пёс» занимается канистерапией с 2004 г. В Москве базой реализации программ ДО по канистерапии выступили: школы № 285, 1492; ЦССВ «Вера, Надежда, Любовь», ЦССВ «Доверие», ДРЦ «Наш Солнечный Мир», хендлинг-центр «Зооспорт» и ресурсный центр НКО «Ховрино». В летний период организуются выездные лагеря на базе с. Давыдово Ярославской области. Занятия проводятся с обучающимися в возрасте от полугода до

двадцати пяти лет с диагнозами: нарушения интеллекта, слуха, зрения, НОДА, РАС, с комплексными нарушениями. Ежегодно в проекте «Солнечный Пёс» задействовано до 100 детей. Занятия проводят педагог-дефектолог, психолог, а также обученные волонтеры. В занятиях участвуют до 8 собак породы золотистый (голден) ретривер и лабрадор ретривер, прошедших отбор, тестирование и годовой курс обучения в УКЦ «Собаки – помощники инвалидов». Исходя из диагноза и состояния ребенка, составляется индивидуальная программа занятий. Важной составляющей работы с детьми являются праздники, которые проводятся в начале, середине и в конце учебного года. С 2017 г. проводятся также соревнования среди детей с ООП, принимающих участие в экспериментальных занятиях танцами с собакой по правилам дисциплины FCI (Международная кинологическая федерация). Уникальный опыт кратковременного (минимальный курс – 5–6 занятий) и лонгитюдного (5 и более лет) наблюдения за детьми с ООП, занимающихся в рамках программы канистерапии, позволяет говорить о стабильном улучшении практически у всех детей, прошедших курс занятий, сенсомоторной, эмоционально-волевой сферы, когнитивных, высших психических функций, формировании пространственной ориентации, протопатической и проприоцептивной чувствительности, восполнении сенсорных дефицитов, что в конечном итоге способствует успешной социализации и адаптации детей с ООП в социуме. Об успешности работы говорит и высокий интерес к методическим разработкам проекта, как отечественных коллег, так и специалистов из Англии, Италии, Бельгии, Израиля, Германии, Франции, Латвии, Литвы, Эстонии.

Одним из проектов ДО школы-интерната «Вера» г. Рязани является использование бисерного творчества как фактора социально-трудовой адаптации обучающихся с выраженными интеллектуальными нарушениями. Особое значение для получения эффекта от трудового обучения детей с выраженными интеллектуальными нарушениями, детей с РАС, имеет правильный подбор вида труда, который учитывал бы все особенности их психофизического развития, а в дальнейшем способствовал интеграции в социально-экономическую жизнь общества. Кроме того, они должны получить навыки такого вида труда, который, по возможности, позволил бы им получать заработок в домашних условиях при минимальных материальных затратах на материал. Таким видом труда является бисеронизание, так как работа с бусинами (бисером) обладает значительным коррекционно-развивающим потенциалом, а бисерные изделия всегда пользуются популярностью. Выполняя работы с использованием бусин (бисера), дети по возможности обучаются: анализировать объект, актуализируя при этом свой прошлый опыт; устанавливать логическую последовательность отдельных действий по изготовлению изделия; определять приемы работы и инструменты, нужные для их выполнения; отчитываться о проделанной работе; определять правильность действий и результатов; оценивать качество готовых изделий. Работы по бисеронизанию, несмотря на определенную трудоемкость, кропотливость процесса выполнения, привлекают своими результатами не только обучающихся, но и их родителей. Содержание программы ДО распределено по разделам, каждый из которых определен способом плетения: первый – второй год обучения: плетение изделий на проволочной основе; третий год обучения: плетение цепочек на нити: «с пупырышками», «с бугорками», «с петельками», «зигзаг»; четвертый год обучения: плетение цепочек на нити: «дорожка», «змейка», «с цветочками»; пятый год обучения: плетение цепочек на нити: «соты», «с зубчиками»; шестой год обучения: плетение цепочек на нити: «мозаика», «сетка»; седьмой год обучения: плетение цепочек на нити: «лесенка», «жгут». Овладение доступными навыками бисеронизания позволило обучающимся школы-интерната стать не только участниками, но и победителями региональных, федеральных и международных выставок и конкурсов.

Результаты реализуемых в России программ ДО детей с ООП наиболее ярко представлены в сетевой социокультурной деятельности в форматах всероссийских фестивалей, спортивных состязаний, конкурсов профессионального мастерства, выставок художественно-прикладного творчества. В рамках сетевого взаимодействия именно подобные проекты являются ресурсом оценки доступности и качества ДО для максимального раскрытия личностного творческого потенциала каждого из обучающихся с ООП, стать фундаментом для их личностного саморазвития, творческого, а в отдельных случаях профессионального самоопределения. Восьмилетняя история Международного фестиваля «Краски всей России» берет свое начало от Всероссийской (с международным участием) выставки рисунка, живописи, графики и прикладного творчества школьников с ОВЗ, позволяет детям с творческими способностями показать свои уникальные возмож-

ности, публично продемонстрировать собственные работы, получить общественное признание. Фестиваль проводится ежегодно, в нем принимают участие обучающиеся с ООП, представляющие более 150 образовательных организаций из 65 субъектов Российской Федерации. В апреле 2018 г. в Оренбурге был проведен VII Международный фестиваль-конкурс детского и юношеского творчества «Шелковый путь». География участников фестиваля-конкурса включила в себя: Азербайджан, Казахстан, Северную Осетию – Аланию, Башкортостан, Санкт-Петербург, Москву, Самару, Ульяновск, Екатеринбург, Новосибирск. Реализуемая в рамках фестиваля программа «Инклюзивное творчество» объединила детей и молодежь с ОВЗ и их сверстников с нормативным развитием. Фестиваль традиционно поддерживается общественными организациями лиц с инвалидностью: ВОИ, ВОС, ВОГ. Программа «Инклюзивное творчество» проходит по направлениям: вокал; хореография; театральное творчество; игра на музыкальных инструментах. Фестиваль дал «путевку в жизнь» многим творческим коллективам, студиям и отдельным артистам, в настоящее время профессионально посвятившим себя творчеству. В отличие от фестиваля «Краски всей России», где участвуют только обучающиеся, фестиваль «Шелковый путь» допускает, как персональное участие, так и участие творческих коллективов, в состав которых входят дети от 6 до 18 лет и молодежь старше 19 лет с ООП. Критерии оценки мастерства: вокал (точность интонирования, эмоциональность, художественный образ); хореография (рисунок, техника, эмоциональность, художественный образ, соответствие возрастным ограничениям); владение музыкальным инструментом (техника исполнения, эмоциональность, сценический образ); театральное творчество (режиссерское решение, сценическая речь, темпо-ритм, характер исполнения (создание образа) музыкальное и световое оформление; декоративно-прикладное творчество, изобразительное искусство (техника выполнения, процентное соотношение самостоятельности выполнения, художественно-эстетический уровень).

Выводы

Система ДО детей с ООП выступает действенным эффективным фактором успешной социализации, самореализации и интеграции обучающихся с ОВЗ и детей-инвалидов в современное общество, опирающимся на добровольность выбора технических, естественнонаучных, творческих, художественных, спортивных, доступных для обучающихся с ООП видов деятельности.

Список литературы

1. Дистанционное образование: педагогу о школьниках с ограниченными возможностями здоровья / Под ред. И.Ю. Левченко. М.: Национальный книжный центр, 2013. 336 с.

2. Левченко И.Ю., Евтушенко И.В. Многоуровневая модель диагностики в системе ранней помощи детям с ограниченными возможностями здоровья // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/130-23495 (дата обращения: 29.05.2019).

3. Правоведение с основами семейного права и прав инвалидов / Под ред. В.И. Шкатулла. М.: Прометей, 2017. 578 с.

4. Алышева Т.В. и др. Олигофренопедагогика. М.: Дрофа, 2009. 400 с.

5. Евтушенко Е.А., Чернышкова Е.В. Педагогические условия эффективности эстетического воспитания глухих детей в музыкально-ритмической деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=20818 (дата обращения: 29.05.2019).

6. Евтушенко И.В., Евтушенко И.И. Основы формирования гуманных межличностных отношений в классном коллективе старшеклассников в условиях инклюзивного образования // Актуальные проблемы обучения и воспитания лиц с ограниченными возможностями здоровья. М., 2014. С. 130–136.

7. Тушева Е.С., Горскин Б.Б. Блочно-модульное проектирование адаптивных образовательных программ дефектологической переподготовки. М.: Прометей, 2012. 208 с.

8. Евтушенко И.В. Некоторые аспекты формирования нравственной культуры детей с интеллектуальным недоразвитием // Вестник УРАО. 2008. № 2 (40). С. 113–115.

9. Евтушенко Е.А. Нравственное воспитание умственно отсталых младших школьников во внеучебной театрализованной деятельности: дис… канд. пед. наук. Москва, 2010. 224 с.

10. Евтушенко И.В. Музыкальное воспитание умственно отсталых детей-сирот. М.: Академия, 2003. 144 с.

11. Евтушенко И.В., Мазурова Ю.Г., Санина Н.С., Федорова О.Ю., Горскин Б.Б. Особенности организации музыкально-ритмических занятий с детьми с тяжелыми множественными нарушениями развития // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28411 (дата обращения: 29.05.2019).

12. Программы специальных (коррекционных) образовательных учреждений VIII вида. Подготовительный, 1–4 классы. М.: Просвещение, 2006. 192 с.

13. Радциг Е.Ю., Федорова О.Ю., Эстрова П.А. Физиологические дисфонии в период мутации // Школьный логопед. 2006. № 2. С. 3–10.

14. Солдатский Ю.Л., Сорокина В.А., Онуфриева Е.К., Федорова О.Ю., Погосова И.Е., Володькина В.В. Структура охриплости в детском возрасте // Вестник оториноларингологии. 2010. № 2. С. 28–31.

15. Федорова О.Ю. Комплексный подход к устранению дисфоний у детей с узелками голосовых складок: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2007. 163 с.

УДК 378.147:51

УЧИТЬ УЧИТЬСЯ

Егорова И.П., Саксонова Л.П.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», филиал, Сызрань, e-mail: sstu.syzran.ru

Математическое образование в современной ситуации испытывает серьезные трудности, которые возникли благодаря уменьшению конкурса на инженерно-технические специальности и, следовательно, в результате падения престижа технического университета. Кроме этого, новые государственные образовательные стандарты высшего технического образования планомерно и настойчиво сокращают количество аудиторного времени на изучение математики и увеличивают долю самостоятельной работы студентов, предполагая наличие у будущих абитуриентов хороших знаний по этой дисциплине. Современное высшее инженерное образование на фоне научно-технического прогресса, новых технических и технологических приоритетов вступает в конфликтную ситуацию с требованиями рынка труда. В связи с чем актуальным направлением подготовки научно-технических кадров становится формирование инженерной элиты. Современные работодатели требуют от технических вузов специалистов-профессионалов, которые решают, прежде всего, проблемные и нестандартные задачи. Следовательно, выпускник вуза должен обладать ответственностью, самостоятельностью, способностью к самообразованию, инициативностью, коммуникабельностью и творческим мышлением. Очевидно, что главной целью инженерного образования становится формирование интегративно-аналитических способностей (компетенций) у студентов, которые помогают применять полученные знания и умения на практике и в будущей профессиональной деятельности. Новый формат современного конкурентоспособного специалиста убеждает в необходимости создания инновационных условий для его всестороннего развития не только в процессе получения новых знаний в техническом университете, но и на протяжении последующей жизни. В современных условиях особая роль отводится преподавателю. Трансформационные процессы в техническом образовании настойчиво требуют акцентировать внимание на педагогическом управлении самостоятельной работой студентов. Планирование, организация, контроль, стимулирование качества, как основные его компоненты, обеспечивают настройку профессионального образования на потребности современного производства и требования работодателей.

Ключевые слова: самостоятельная работа, учебно-познавательная деятельность студентов, педагогическое взаимодействие преподавателя и студента, творческое саморазвитие и балльно-рейтинговая технология контроля знаний

TEACH TO STUDY

Egorova I.P., Saksonova L.P.

Samara State Technical University, branch, Syzran, e-mail: sstu.syzran.ru

Mathematical education in the current situation is experiencing serious difficulties that have arisen due to the reduction of competition for engineering and technical specialties and, consequently, as a result of the fall of the prestige of the technical University. In addition, the new state educational standards of higher technical education systematically and persistently reduce the amount of classroom time for the study of mathematics and increase the share of independent work of students, assuming that future students have good knowledge of this discipline. Modern higher engineering education against the background of scientific and technological progress, new technical and technological priorities comes into conflict with the requirements of the labor market. In this connection, the actual direction of training of scientific and technical personnel is the formation of the engineering elite. Modern employers demand from technical universities specialists-professionals who solve, first of all, problematic and non-standard tasks. Consequently, a University graduate should have responsibility, independence, ability to self-education, initiative, sociability and creative thinking. It is obvious that the main purpose of engineering education is the formation of integrative-but-analytical abilities (competencies) of students, which help to apply the knowledge and skills in practice and in future professional activities. The new format of a modern competitive specialist convinces of the need to create innovative conditions for its all-round development not only in the process of obtaining new knowledge at a technical University, but also during the subsequent life. In modern conditions, a special role is given to the teacher. Transformational processes in technical education persistently demand to focus attention on pedagogical management of independent work of students. Planning, organization, control, stimulation of quality, as its main components, provide adjustment of professional education to the needs of modern production and the requirements of employers.

Keywords: independent work, educational and cognitive activity of students, pedagogical interaction of the teacher and the student, creative self-development and score-rating technology of knowledge control

Несмотря на историческую масштабность, современное высшее инженерное образование на фоне научно-технического прогресса, новых технических и технологических приоритетов вступает в конфликтную ситуацию с требованиями рынка труда. В связи с чем актуальным направлением подготовки научно-технических кадров становится формирование инженерной элиты.

Современное производство требует от технических университетов специалистов-профессионалов, которые решают, прежде всего, проблемные и нестандартные задачи. Следовательно, выпускник вуза должен обладать ответственностью, самостоятельностью, способностью к самообразованию, инициативностью, коммуникабельностью и творческим мышлением.

Поэтому главная цель инженерного образования – это формирование интегративно-аналитических способностей (компетенций) у студентов, которые помогают применять полученные знания и умения на практике и в будущей профессиональной деятельности. Новый формат современного конкурентоспособного специалиста убеждает в необходимости создания инновационных условий для его всестороннего развития не только в процессе получения новых знаний в техническом университете, но и на протяжении всей жизни.

Математика играет системообразующую роль в современном мировом научно-техническом прогрессе. Благодаря качественному математическому образованию повышается престиж страны, создаются инновационная экономика и современные технологии производства. Поэтому можно утверждать, что уровень математической грамотности каждого гражданина будет влиять и на его профессиональное развитие, и отражаться на успехе нашей страны.

Благодаря осознанию актуальности обозначенной проблемы Министерство образования и науки РФ утвердило приказом № 265 от 3 апреля 2014 г. план мероприятий по реализации Концепции развития математического образования. К основным проблемам математического образования относят:

– низкую учебную мотивацию учащихся школ и студентов вузов;

– формализм и оторванность от жизни содержания математического образования, отсутствие его преемственности между уровнями образования;

– проблему профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации преподавателей.

Несомненно, радуют результаты и показатели реализации Концепции развития математического образования:

– доля субъектов РФ, которые участвуют в реализации этой концепции, в 2015 г. составила 30 %, а в 2019 г. – 100 %;

– доля преподавателей математики, которые повысили квалификацию, в 2015 г. приблизилась к 10 %, в 2019 г. составила 50 %;

– наличие победителя или призера заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников в 2015 г. включало 35 регионов, а в 2019 г. уже 45;

– количество приглашенных докладчиков на Международный конгресс математиков и Европейский математический конгресс в 2014 г. составило 4 человека, к 2020 г. ожидается 6 ученых;

– создание всего одного международного научно-образовательного математического центра в 2015 г., а в 2019 г. их стало пять [1].

Но, несмотря на существенные достижения, математическое образование сегодня испытывает серьезные трудности, которые обусловлены уменьшением конкурса на инженерно-технические специальности и падением престижа технического университета.

Кроме этого, новые государственные образовательные стандарты высшего технического образования планомерно и настойчиво сокращают количество аудиторного времени на изучение математики и увеличивают долю самостоятельной работы студентов, предполагая наличие у будущих студентов соответствующей математической подготовки. Но, к сожалению, математические знания выпускников школ не отвечают ожиданиям преподавателей вузов.

Более того, в результате значительного увеличения аудиторной нагрузки на преподавателя до 900 ч в большинстве вузов снижается качество преподавания. Это объясняется возросшей «горловой» нагрузкой, формализмом и пустой тратой времени на постоянное переделывание оформления УМКД, рабочих программ, методических материалов в связи с появлениями многочисленных новых стандартов и соответствующих требований.

Таким образом, нерациональное распределение нагрузки отражается на нехватке сил и времени преподавателя на проведение занятий и консультаций, разработку методических материалов и, тем более, на занятие научной работой.

Тем не менее несоответствие между объемом знаний студентов и предлагаемым временем на их освоение сподвигло большинство преподавателей искать инновационные методы организации учебно-познавательного процесса. В этом смысле актуальность приобретают как вопросы качества математического образования, развития интеллектуальных способностей личности, так и организации его самостоятельной учебно-познавательной траектории. Более того, становясь студентами технического университета, они не проявляют активность на занятиях и не стремятся к самостоятельной организации учебно-познавательной деятельности.

Общепризнано, что инновационные подходы и методы в обучении способствуют самостоятельному нахождению и усвоению необходимого знания. Путем проб и ошибок самостоятельное познание материала лучше усваивается. Непосредственно это отражает главный педагогический постулат о необходимости научить студентов учиться [2].

Материалы и методы исследования

При организации самостоятельной познавательной деятельности студентов основу обучения будущих инженеров представляет принцип самообучения, который предполагает целенаправленную организацию самостоятельной работы и осознанное решение познавательных задач. Соответственно, только самостоятельное оперирование обучаемым учебным содержанием усваивается прочно и осознанно. При этом ведущими становятся учебно-познавательная деятельность студентов, педагогическое взаимодействие преподавателя и студента, творческое саморазвитие и балльно-рейтинговая технология контроля знаний.

Эффективное управление *учебно-познавательной деятельностью студентов*, как многоуровневым процессом, происходит в непрерывном и одновременном взаимодействии личностно-ориентированного (Б.Г. Ананьин, А.Н. Леонтьев и др.) и деятельностного (Л.С. Выготский, Н.Ф. Талызина и др.) подходов. Именно взаимодополняемость этих подходов помогает студентам самостоятельно определить цели, задачи и методы учебной деятельности, с опорой на математические знания выбрать стратегии самостоятельной работы.

Поэтому можно утверждать, что учебно-познавательная деятельность при выполнении самостоятельной работы студентов синтезирует взаимосвязанные процессы получения и осмысления предметной информации, анализа источников, преобразования полученного представления в математические знания, их закрепления, применения, самостоятельной организации и контроля. В связи с этим роль преподавателя по изучению дисциплины выходит на новый уровень организации и управления самостоятельной работой студентов, который непосредственно отражает общую цель подготовки будущего специалиста.

При этом *педагогическое взаимодействие преподавателя и студента* происходит в процессе консультирования, применения современных образовательных и информационных технологий, обеспечения учебного процесса по дисциплине, учебно-методической и научно-исследовательской сферах.

Для эффективного взаимодействия преподавателей и студентов предлагаем использовать фасилитационные технологии (Е.Ю. Борисенко, Е.Г. Врублевская, Э.Ф. Зеер, Л.Н. Куликова), которые способствуют повышению продуктивности образования и творческому саморазвитию участников педагогического процесса.

Педагогическая фасилитация отражает определенные требования к процессу обучения, профессионализму преподавателя и умению взаимодействия. Данная технология способствует формированию творческого студента, который может принимать решения в нестандартной ситуации. Поэтому цель преподавателя – включение студентов в совместную деятельность по выполнению управленческих функций при формировании реальных мотивов обучения.

Суть педагогической фасилитации – это обретение обучаемым значимого продуктивного учения, где на фоне использования инновационных методов преподаватель способствует мыслительным процессам и творческому усвоению нужного знания, поиску и решению проблем. В подобных рамках возникает потребность расширения связей взаимодействия преподавателя и студентов. Кульминацией происходящего становится обоюдная заинтересованность в итоговом результате – подготовке компетентного специалиста.

Творческое саморазвитие студентов – отличительная способность личности к преобразованию своей жизнедеятельности с учетом ценностно-смысловых ориентаций, отражающая вектор поставленной цели и смысла жизни. В образовательном пространстве вуза анализируемый феномен формирует организационное ядро дальнейшей успешной учебно-познавательной деятельности будущих инженеров, в которой проявляется инициатива, рефлексия и самопостроение личности.

Научно-педагогический опыт В.И. Андреева, Е.И. Исаева, В.Г. Маралова, В.И. Слободчикова и других исследователей отражает размышления о том, что творческое саморазвитие личности должно протекать свободно, не зависеть от обстоятельств, аккумулировать личностно осознанные процессы самостоятельного изменения.

При этом пусковым механизмом становится феномен самопознания, для которого важны последовательные и непрерывные процессы обучения, создание творческой социокультурной среды, педагогическая поддержка и организация условий для творческой самореализации. Таким образом, восходящий вектор творческого саморазвития студентов в учебно-познавательной деятельности в конечном итоге будет способствовать достижению высшего уровня личностной реализации и меры ответственности за успехи и неудачи.

Для воплощения идеи в реальную жизнь предложим следующие рекомендации:

– осуществление непрерывного мониторинга творческого саморазвития студентов;

– накопление информационного банка данных о социокультурном и профессиональном саморазвитии выпускников и представление материалов на сайте вуза;

– методическая помощь при решении проблем адаптации выпускников вузов на производстве;

– организация дискуссионных площадок с целью анализа производственных инноваций творческого саморазвития молодых инженеров;

– проведение конкурсных мероприятий творческого саморазвития студентов технических вузов;

– диагностирование уровня творческого саморазвития студентов выпускных курсов и молодых инженеров на предприятиях города;

– организация и проведение научно-практической конференции «Педагогическое сопровождение творческого саморазвития выпускников технического вуза» [3].

Балльно-рейтинговая технология контроля знаний

Необходимо отметить, огромную роль в техническом вузе при становлении будущего специалиста играет математика. В этом контексте повышение качества образовательного процесса в Сызранском филиале Самарского государственного технического университета становится приоритетной стратегической и тактической задачей. Соответственно, фундаментом последовательного и эффективного ее решения является введение балльно-рейтинговой технологии (БРТ) оценки качества знаний студентов

через призму структурирования модульной информации. С учетом итоговой аттестации в семестре каждый студент по изучаемой дисциплине способен набрать 100 баллов. Промежуточная аттестация оценивается в 60 баллов, которые возможно получить за активную учебную деятельность в семестре. При итоговой аттестации (экзамене) появляется возможность заработать до 40 баллов.

Более того, благодаря умению преподавателя результативно организовать самостоятельную работу студентов наблюдаются методические приобретения в процессе познания и обучения, способствующие выходу в межпредметные области. В то же время заметим, что в начале каждого семестра (1–2 неделя) получение рейтингового листа с перечнем контрольных мероприятий, их «стоимостью» в баллах и сроками отчета настраивает многих студентов на системный подход к приобретению знаний.

Опираясь на обозначенные позиции, подчеркнем, что БРТ оценки качества подготовки бакалавров технического профиля – перспективное направление в области образовательных технологий (таблица).

Результаты исследования и их обсуждение

Для адаптации первокурсников к новой модели обучения на кафедре «Общетеоретические дисциплины» был подготовлен факультативный курс «Технология учебной деятельности». Его основная задача – научить студентов учиться, самостоятельно строить свою учебно-познавательную траекторию. В связи с этим внимание акцентировалось на самостоятельном изучении студентами вопросов из рабочей программы по математике; применении теоретических положений на практических занятиях для выполнения поставленных задач («Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений» и др.); подборе индивидуальных заданий по разделам высшей математики; подготовке докладов по отдельным теоретическим вопросам курса («Исследование функций построения графика с использованием производных до второго порядка включительно» и др.). В этом комплексном процессе значительная часть учебного времени отводилась на формирование у студентов организационных, коммуникативных, оценочно-рефлексивных, интеллектуальных и информационных умений [4].

Поиск необходимой литературы для получения нового знания, анализ, синтез, воспроизведение и понимание нового материала, использование информационных технологий для решения типовой математической задачи, применение полученной информации для решения задач творческого, исследовательского характера, написания рефератов, тезисов выступления на студенческих конференциях по теме учебной дисциплины отражают позитивные тенденции гносеологического аспекта представленной проблемы.

Трансформационные процессы в техническом образовании настойчиво требуют акцентировать внимание на педагогическом управлении самостоятельной работой студентов. Планирование, организация, контроль, стимулирование качества как основные его компоненты обеспечивают настройку профессионального образования на потребности современного производства и требования работодателей.

Таким образом, роль самостоятельной работы студентов в учебно-познавательной деятельности очевидна, ибо воспитывает у них сознательное отношение к овладению теоретическими и практическими знаниями, напряженному интеллектуальному труду. Именно знания, которые становятся объектом самостоятельной деятельности, считаются реальным достоянием обучаемого [5].

По мнению большинства исследователей, основные умения и навыки самостоятельной работы необходимо сформировать еще в средней школе. Однако, как показывает практика, это далеко не так. До 70% выпускников школ, становясь студентами первого курса, в новых условиях обучения не демонстрируют навыки самостоятельной деятельности.

Организация деятельности студентов в процессе внедрения БРТ

Аудиторная деятельность		Внеаудиторная деятельность		
лекции	практические занятия	библиотечные системы	информационные технологии	домашняя подготовка
– анализ учебной информации; – конспектирование	– воспроизведение информации; – применение конспекта при решении конкретной задачи; – повторение изученного материала	– подбор литературных источников; – работа с каталогами; – поиск научного материала для подготовки докладов и рефератов	– поиск информации по ключевым терминам; – копирование данных с необходимой информацией; – анализ готовности расчетно-графических работ (РГР)	– системный подход к выбору информации; – подготовка к практическому занятию по конспекту лекции, решение задач РГР; – оформление РГР по теме модуля

Для решения назревших педагогических проблем было установлено сотрудничество филиала Самарского государственного технического университета в г. Сызрани со средними общеобразовательными школами. Например, в «Школе будущего инженера» учащиеся под руководством преподавателей вуза получали дополнительные математические знания и знакомились с основами самостоятельной научно-исследовательской деятельности. Результатом такого успешного сотрудничества была подготовка научного доклада учащимися и их выступления на региональной научно-практической конференции «Молодежная наука: Вызовы и перспективы».

Заключение

Таким образом, необходимость новой организации самостоятельной работы в современном университете предполагает выстраивание соответствующих отношений между преподавателями и студентами. Высшее техническое образование – иная ступень по сравнению со средней школой. И ее особенностью становится отсутствие учеников и учителей. Напротив, появляются коллеги, которые вместе работают. Поэтому феномен университетского образования заключается в формировании среды сотрудничества, где одни стремятся к познанию и приобретению знаний, другие же помогают в этом [6].

Список литературы

1. Пятков С.Г. Актуальные проблемы преподавания математики в вузе // Актуальные проблемы преподавания математики в школе и вузе Югры: материалы науч.-практ. конф. 22 октября 2015 г. Ханты-Мансийск: Институт развития образования, 2015. С. 12.

2. Покладова В.А. Активные методы обучения в процессе подготовки специалистов в вузе // Инновации в образовании. 2013. № 2. С. 131.

3. Саксонова Л.П. Методический аспект творческого саморазвития социокультурной компетентности выпускников технического университета // Наука и образование: новое время. 2016. № 2 (13). С. 283.

4. Егорова И.П. Формирование общеучебных умений – основа организации непрерывного развития личности студента // НТТ: проблемы и перспективы: сб. статей VIII Всероссийской конференции-семинара. Самара: СамГТУ, 2013. С. 170.

5. Крайнова Е.Д., Журбенко Л.Н. Развитие самостоятельной деятельности будущих бакалавров технологического направления в процессе математической подготовки: монография. М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. С. 33.

6. Федотова Л.Ф. Гуманитаризация образования и диалоговое общение как необходимые условия развития качественной системы обучения специалиста // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 4. Ч. 4 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51792 (дата обращения: 25.05.2019).

УДК 378:371.263

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Ефремова Н.Ф.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: nefremova61@donstu.ru

Целью исследования является обоснование проектирования педагогических измерителей доказательной аргументации на основе метода Evidence Centered Design (ECD) для оценки знаний и компетенций студентов. Понимание принципов доказательной аргументации позволит преподавателям эффективнее использовать методы классификации, упорядочения и планирования оценки когнитивных и компетентностных результатов освоения студентами основных профессиональных образовательных программ. Суть метода заключается в том, что он позволяет проектировать комплексное задание с планируемой и наблюдаемой деятельностью испытуемых. Главное достоинство метода состоит в относительной полезности, валидности и надежности результатов оценки, предполагаемых еще до применения оценочного средства. Надежность и достоверность оценивания обеспечивают доверие студентов к результатам, повышают мотивацию учебной деятельности. Концептуальная рамка такого оценочного средства содержит ряд входящих в нее моделей: студента (знания и компетенции), задания, свидетельства, статистики и презентации. Показаны основные этапы проектировочной деятельности с использованием паттерн-дизайна при разработке аргументированной оценки компетенций студентов. Связь между этапами разработки оценки с обязательным планированием деятельности испытуемых при выполнении заданий может способствовать созданию нового типа оценочных средств и дальнейшему развитию аутентичного оценивания образовательных достижений в условиях компетентностного обучения студентов.

Ключевые слова: компетенции, паттерны проектирования, доказательно-ориентированный дизайн, модель задания, модель студента, модель свидетельств, результаты обучения

CONCEPTUAL MODEL OF EVALUATION OF COMPETENCE OF STUDENTS

Efremova N.F.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: nefremova61@donstu.ru

The aim of the study is to justify the design of pedagogical meters of evidence argumentation based on the Evidence Centered Design (ECD) method for assessing students' knowledge and competencies. Understanding the principles of evidence-based argumentation will enable teachers to more effectively use the methods of classifying, streamlining, and planning to assess the cognitive and competence-based results of students' mastering basic professional educational programs. The essence of the method lies in the fact that it allows you to design a complex task with the planned and observed activities of the subjects. The main advantage of the method is the relative usefulness, validity and reliability of the assessment results, assumed even before the application of the evaluative tool. Reliability and accuracy of assessment provide students with confidence in the results, increase the motivation of learning activities. The conceptual framework of such an assessment tool contains a number of models included in it: a student (knowledge and competences), tasks, certificates, statistics and presentations. The main stages of design activity using pattern design are shown when developing a reasoned assessment of students' competencies. The relationship between the stages of the development of the assessment with the compulsory planning of the activities of the subjects in the performance of tasks can contribute to the creation of a new type of assessment tools and the further development of authentic assessment of educational achievements in the context of competent student learning.

Keywords: competences, design patterns, evidence-based design, job model, student model, model of evidence, learning outcomes

За последние два десятилетия развитие информационных и коммуникационных технологий очень сильно изменило условия жизни и деятельности людей, рутинные операции все больше автоматизируются с использованием цифровых технологий, исчезают многие прежние специальности и появляются новые, требующие иной подготовки специалистов. Мир меняется, меняется человек, меняются задачи образования и требования сферы труда. Однако, несмотря на то, что технологии сделали глубокие преобразования в производственной сфере, большинство образовательных систем функционируют так же, как и в двадцатом веке. Сегодня речь идет о формировании навыков и компетенций XXI в., необходимых работникам инновационной экономики и информационного общества, которым информационное пространство позволяет найти практически любые сведения. Акценты смещаются в сторону обучения умениям критически мыслить, способностям взаимодействия и коммуникации, творческому подходу к делу. Поэтому новое поколение людей необходимо обучать не тому, чему учили раньше, не запоминать большие объемы учебных сведений, а умениям мыслить, самостоятельно находить информацию, критически ее оценивать и использовать нужное в своей деятельности. Как отмечает Патрик Гриффин, профессор Мельбурнского уни-

верситета, пока у нас всё ещё есть учителя географии, истории, физики, химии, но нет учителей критического мышления, учителей взаимодействия или учителей любознательности [1]. Вся методология обучения и контроля должна быть направлена на проявление обучающимися творческой изобретательности и умений находить нестандартные решения задач и проблем.

Что касается отечественной образовательной практики, то на сегодня сложился некий гибрид: широко используется компетентностная риторика, но практически везде применяется предметно-когнитивный подход и традиционная система оценивания достижений студентов. Вместе с тем с каждым годом у работодателей возрастает спрос на доказательства достоверности и надежности оценки компетенций выпускников. И в первую очередь, обеспечивая освоение содержания того или иного предмета в рамках обучающих технологий, важно создавать условия деятельности для формирования компетенций, развития навыков XXI в. и личностных качеств обучающихся, что становится все более важным для глобальной экономики и быстро меняющегося мира. В этой связи в оценочной системе назрели кардинальные изменения, что в первую очередь требует изменений и в подготовке преподавателей вузов к конструированию новых материалов и технологий оценки. В обеспечении качества образования реформа оценки стала ключевым фактором: все лучшие мировые образовательные практики опираются на независимые высокопрофессиональные оценочные системы и процессы. Но конструирование надежных оценочных средств вызывает большие сложности у большинства преподавателей. Целью исследования является обоснование нового подхода к подготовке материалов надежного оценивания компетенций как меры готовности человека к включению в профессиональную деятельность. Задача надежного оценивания результатов обучения очень важна для обеспечения гарантии качества обучения в условиях высокой конкуренции в сфере образования.

Проблемы надежности оценки

Существенную роль для эффективной организации образовательного процесса играет обратная связь, обеспечиваемая достоверностью оценок, что в свою очередь требует надежного оценочного инструментария. Компетентностный подход к построению и реализации основных профессиональных образовательных программ поставил перед преподавателями целый ряд вопросов, на которые еще предстоит найти ответы. Какой комплекс знаний, навыков или других атрибутов следует формировать и как, на каких этапах обучения их оценивать? Какие оценочные средства использовать для выявления латентных (когнитивных) и глубоко латентных (компетентностных) результатов обучения? Какие задачи или ситуации, действия или выступления могут вызывать такое поведение испытуемых, чтобы результат обучения стал явным и аутентично оцениваемым? Как аргументированно доказать, что результаты оценивания достижений обучающихся действительно отражают уровень планируемых к освоению компетенций и навыков XXI в.? Получение ответов на эти вопросы – сложная задача, а ее решение может обеспечить разработчикам оценочных средств выбор контролируемых рубрик и необходимых для этого ситуаций для организации деятельности испытуемых при выполнении заданий, обоснование критериев и шкал оценивания, подтверждающих действительный уровень подготовленности обучающихся.

Важно отметить, что валидные и надежные результаты оценки мотивируют студентов к активизации учебной деятельности, помогают развивать необходимые навыки и способствуют в целом повышению эффективности образовательной системы [2]. Но таким образом результат оценки работает только в том случае, если она дает действительное представление о состоянии оцениваемых объектов. При этом отметим, что традиционные методы, как правило, не дают аутентичной оценки знаний обучающихся, а тем более их навыков, отношений в коллективной деятельности и результатов команды, способностей самостоятельно находить и преобразовывать нужную информацию для решения нестандартных проблем.

Метод доказательной аргументации оценки

В зарубежной практике разработки и применения методов оценивания образовательных достижений в последнее время широкое применение находят паттерн-дизайны оценочных средств (шаблоны многократного использования), построенные на основе модели оцениваемого конструкта для создания условий проявления трудно измеримых латентных характеристик обучающихся и доказательной аргументации оценок. Такой подход к проектированию и обеспечению оценивания учебных достижений и компетенций обучающихся основан на методе аргументации и доказательного дизайна оценки Evidence-Centered Design (ECD), предложенного Р. Мислеви (R. Mislevy, 2003) [3, 4]. В нем предусматривается проектирование действий, свя-

занных со знаниями, навыками, ценностями, чувствами и убеждениями испытуемых. Этот метод опирается на конструкцию задания (конструкт) С. Мессика (S. Messick, 1994) [5] и идеи С. Тулмина (S. Toulmin, 1958) о структуре аргументов в виде универсального паттерна (проверенного шаблона) оценочного средства [6], показывающего, что данные становятся свидетельством достижений студентов только тогда, когда их значение для выводов однозначно установлено. Согласно С. Мессику именно конструкт обусловливает подбор релевантных заданий и структуры аргументов оценки. Конструкт исследуемых характеристик (модель оценочных рубрик студента) описывает цели оценки, набор наблюдаемых латентных переменных, виды деятельности, причинно-следственные связи между ситуацией, знанием и деятельностью студента [7, 8] (рис. 1).

Валидные ситуации и сценарии планируемых действий испытуемого задают ключевые принципы отбора задач, акценты для отбора наиболее важного контролируемого содержания, спецификации оценочного средства, шкалы и системы подсчёта баллов. Все это показывает, как представить ответы на задания и совместить наблюдения, доказательства, опровержения, аргументацию и свидетельства с баллами результирующей оценки, что и как должно быть выявлено при наблюдении за деятельностью студента в ситуации оценки.

Для этого алгоритм проектирования оценки обеспечивается на основе сопряжения модели обучающегося (знаний, умений и компетенций) и модели значимого задания с набором доказательств и аргументаций наблюдаемых результатов деятельности испытуемого при выполнении задания. По такой модели можно планировать подцели для организации последовательности видов деятельности студентов так, чтобы они могли помочь проявить оцениваемые характеристики. На базе конструкта проектируется комплексное компетентностно-ориентированное задание, ставящее перед студентом ряд задач, решаемых индивидуально или в малых группах при владении несколькими простыми или сложными компетенциями, представленными в конструкте их профилями и уровнями. Такой подход может успешно применяться как при оценке знаний обучающихся, так и при оценке компетенций, обеспечивая повышение надежности результатов, связь между процессами разработки системы оценки и обеспечением условий деятельности, чтобы обучающиеся могли показать, что и как они могут делать, используя полученные или найденные знания.

Для конструирования и сборки в помощь разработчикам средства оценки в ECD используется концептуальная рамка оценивания (КРО) (рис. 2).

КРО – это основа проектирования оценки, которая описывает, как осуществляется интеллектуальный переход от баллов к выводам об уровне знаний и сформированности компетенций [9]. Чтобы дать надежное представление об оценке, КРО описывает, как различные компоненты модели ECD соотносятся друг с другом и в какой последовательности идет создание оценочного средства.

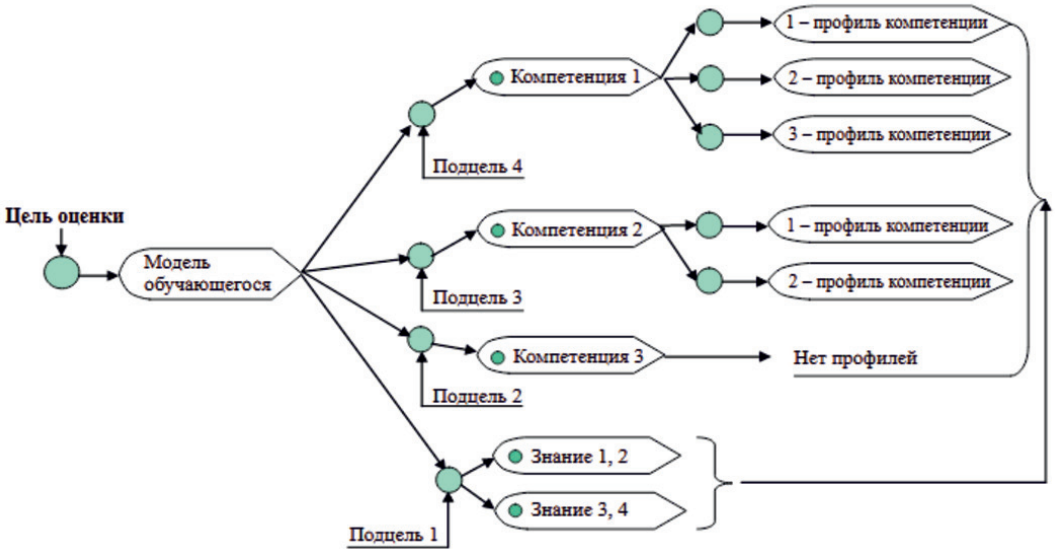


Рис. 1. Шаблон многомерного конструкта знаний и компетенций

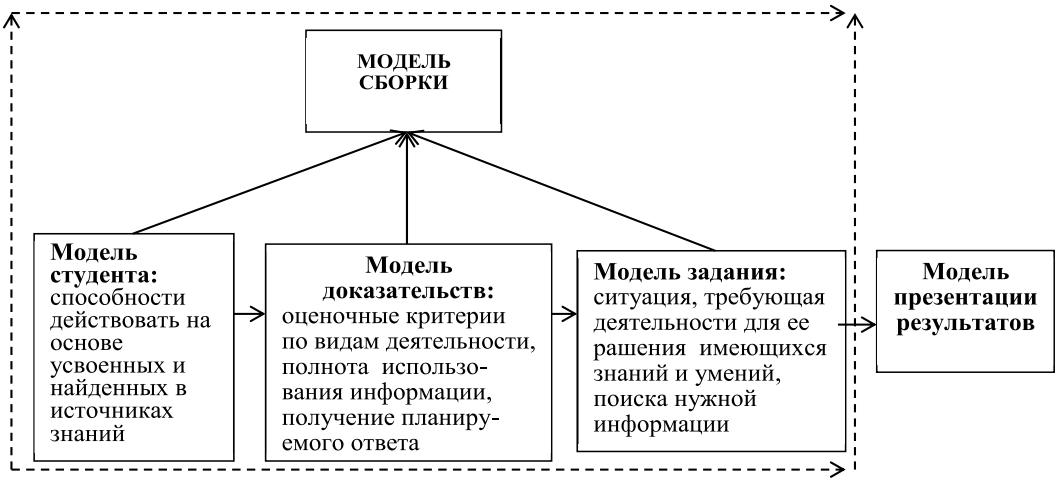


Рис. 2. Модель сборки оценочного средства (КРО)

Структура паттерн-дизайна

Таким образом, основные элементы паттерн-дизайна: модель студента, модель свидетельства, модель задания и модель сборки или КРО, которая обеспечивает сопряжение модели студента, модели свидетельств и модели задания, а также возможности перехода от баллов к выводам об уровне сформированности компетенций.

Модель студента задается конструктом оценки. Модель свидетельств – это оценочный компонент задания, пороговые баллы по выполнению задач, общий балл по всему заданию, продукты деятельности, сбор свидетельств и аргументов по результатам выполнения задания и/или оценке продукта деятельности, правила оценки процессов или продуктов деятельности, отображение результатов на уровневой шкале. В этой модели планируются доказательства, опровержения и утверждения об уровне достижений студентов при выполнении комплексных заданий, позволяющих отражать, что знает и что может сделать студент после освоения дисциплин/модулей/практик. В доказательной структуре оценочного средства можно использовать различные формы: стандартизированные тесты, компетентностно-ориентированные задания, моделирование, оценки портфеля и др. Три вида данных обосновывают претензию в аргументе оценки: аспекты действий испытуемого в ситуации оценки, которые могут включать в себя продукты и процессы; аспекты задачи, как качество самого оценочного средства, и, наконец, дополнительная информация об истории испытуемого или о связи оценочного средства с ситуацией. При аргументации оценки необходимо тщательно рассмотреть альтернативные объяснения данных, например, когда студент предоставляет неверные данные на проблему не из-за недостатка знаний, например, математики, а из-за ограниченности понимания языка задания или других причин, затрудняющих понимание и выполнение задания. Более сложный и взаимосвязанный сбор доказательств и их интеграция необходимы для уточнения оценки.

Статистическая модель доказательств и свидетельств содержит правила, с помощью которых доказательства, собранные в ходе оценки, обрабатываются и используются для утверждения об уровне сформированности компетенций обучающихся. Это связано с тщательной идентификацией и сбором наблюдаемых доказательств, которые могут быть количественными или качественными, сильными или слабыми и относиться к одному или к нескольким заданиям. При этом следует учитывать, что одни и те же данные могут быть хорошим доказательством для одного вывода, но плохим доказательством другого (D. Schum, 1994) [10].

Завершающим компонентом ECD является модель презентации, которая описывает представления о качестве деятельности и/или продукта в разных частях оценочного процесса и каковы ожидаемые результаты и последствия оценки. На практике все модели ECD для данной оценки конструируются совместно и интегративно уточняются их взаимосвязи с другими компонентами. Возможен выбор проверенных шаблонов при их наличии или построение нового паттерн-дизайна по целям и задачам оценки.

Алгоритм доказательной конструкции ECD обеспечивает достоверность и надежность, высокую точность и обоснованность

оценки, задает принципы выделения оцениваемых характеристик в модели студента. Проектные решения заданий и элементы задач определяют оценочные критерии по видам деятельности в модели задания, а также аргументацию качества их выполнения и свидетельства для обоснования оценки в модели доказательств, форматы выходных данных в модели презентации результатов. Такой подход может применяться при разработке любой оценки, где априорное определение конструкций и связанные с ними переменные имеют смысл. Именно в этих контекстах самым сложным является значение, сложность и взаимосвязь решений, которые необходимо принять в отношении оценки. Одна из ключевых идей дизайна оценки, основанной на фактических данных ECD, заключается в том, что функциями задач можно целенаправленно манипулировать для изменения психометрических свойств оценочного средства [11].

Первым шагом в разработке является определение цели оценки, которая часто начинается с некоторой неопределенности в начале процесса проектирования оценочного средства и становится все более уточненной по мере работы над проектом. Далее выделяют основные процессы в цикле проектирования объектов концептуальной рамки оценки:

– выбор реальной или учебной ситуации для организации деятельности студента обусловливает структуру конструкта задания и проявления компетенций (задачи, решение которых позволит получить основные наблюдения за деятельностью испытуемого);

– построение конструкта – что и для чего оцениваем (выбор наблюдаемых переменных, выделение необходимых атрибутов оценки и обеспечение условий для деятельности и проявления компетенции или кластера компетенций);

– разработка паттерн-дизайна оценочного средства, подбор заданий (наполнение основных элементов оценочного средства содержанием, разработка статистической модели, критериев и шкалы оценивания);

– правила организации и проведения оценочной процедуры (указания по выполнению заданий, шаблоны для внесения ответов, расчет времени выполнения заданий и др.);

– система подсчета очков за правильность выполнения каждого задания согласно прописанным критериям оценивания для получения итогового балла;

– презентация результатов деятельности студента для аргументации оценки освоенного знания и уровня компетенций;

– отображение результата на уровневой шкале и принятие решения об освоении содержания и сформированности компетенции или кластера компетенций.

Все этапы разработки оценочного средства от операционализации конструктов и концептуальной рамки оценивания до самих заданий и условий их выполнения должны давать свидетельства того, что измеряется действительно то, что планировалось, а оценка отображает то, чем владеет студент. Особенность использования ECD заключается в том, что из выполнения комплексного задания извлекаются элементы оценки работы студента, затем эти извлечения оцениваются и накапливаются, отображаются на уровневой шкале, чтобы сделать окончательные оценочные суждения об освоении компетенций.

Заключение

Подход к проектированию надежной оценки компетенций и навыков XXI в. на основе моделей ECD только начинает разрабатываться и применяться в отечественной образовательной практике. Такое проектирование является трудоемким процессом, если паттерн предполагается применять для разработки оценочных средств многократно, его дизайн должен, с одной стороны, соответствовать решаемой задаче, а с другой, быть настолько общим, чтобы его можно было использовать и для других однотипных задач. Паттерны упрощают повторное использование удачных проектных решений и дают разработчику оценочных средств возможность быстрее найти «правильный» путь. Использование принципов ECD уменьшает число ошибок разработчиков и обеспечивает лучшие квалиметрические свойства педагогического измерителя за счет того, что включает обоснование многих проектных решений до того, как будет создан и апробирован первый вариант оценочного средства. ECD может использоваться для разработки оценок всех видов и особенно подходит для оценок сложных компетенций с применением динамически интерактивных сред, лежащих за пределами аналитических возможностей простых оценок.

Аутентичная оценка знаний и компетенций студентов и выпускников имеет решающее значение в подготовке специалистов. В настоящее время реформа оценочной системы сама по себе представляет собой очень серьезную проблему, требующую систематических усилий, ресурсов и опыта не только педагогов, но и работодателей, академических кругов, административных работников в сфере образования.

Список литературы

1. Griffin Patrick, McGaw Barry, Care Editors Esther. Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Springer Science+Business Media B.V. 2012. 362 p. DOI: 10.1007/978-94-007-2324-5_1.

2. Ефремова Н.Ф. Мотивационный аспект независимого оценивания достижений обучающихся // Российский психологический журнал. 2017. Т. 14. № 2. С. 227–244. DOI: 10.21702/rpj.2017.2.13.

3. Mislevy R.J. Evidence-Centered Design for Simulation-Based Assessment. Military Medicine. 2013. vol. 178. Issue suppl_10. P. 107–114. DOI: 10.7205/MILMED-D-13-00213.

4. Mislevy R.J. and etc. Assessing Model-Based Reasoning using Evidence-Centered Design: A Suite Design Patterns. 2017. Springer. 130 p.

5. Messick S. The Interplay of Evidence and Consequences in the Validation of Performance Assessments. Education Researcher. 1994. № 32 (2). P. 13–23.

6. Toulmin S.E. The Uses of Argument (1958), 2nd edition, Cambridge University Press, Reprint years 2012. 247 p. DOI: 10.1080 / 00048405985200191.

7. Efremova N.F. Patterns of Designing Evaluation of Students Competencies. American Journal of Education. The University of Chicago Press. 2018. vol. 124. no. 4 (2). P. 1048–1065.

8. Ефремова Н.Ф. Проектирование оценочных средств по модели доказательной аргументации // Педагогические измерения. 2018. № 3. С. 8–15.

9. Угланова И.Л., Брун И.В., Васин Г.М. Методология Evidence-Centered Design для измерения комплексных психологических конструктов // Современная зарубежная психология. 2018. Т. 7. № 3. С. 18–27. DOI: 10.17759/jmfp.2018070302.

10. Schum D.A. The Evidential Foundations of Probabilistic Reasoning (1st Edition 1994). Front Genet. 2013; 4:164. Northwestern University Press, Evanston. 545 p.

11. Almond R.G., Kim Y.J., Velasquez G., Shute V.J. How Task Features Impact Evidence From Assessments Embedded in Simulations and Games. Measurement Interdisciplinary Research and Perspectives. 2014. № 12 (1–2). P. 1–33. DOI: 10.1080 / 15366367.2014.910060.

УДК 372.862

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОМУ ДИЗАЙНУ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕНСОРНОГО САДА НА ТЕРРИТОРИИ ШКОЛЫ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

[1]Иванова О.Г., [2]Копьёва А.В., [3]Храпко О.В.

[1]ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, e-mail: 3wishes@mail.ru;

[2]ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: 457594@mail.ru;

[3]Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, e-mail: ovkhrapko@yandex.ru

Обучение принципам универсального дизайна является важным этапом подготовки специалистов дизайнеров в области ландшафтного проектирования среды. В статье приводятся итоги разработки студентами-дизайнерами ВГУЭС экспериментального проекта сенсорного сада на территории школы для слабовидящих в Приморском крае. Объект исследования – сенсорный сад как средство, позволяющее получать важные знания, развивать навыки, регулировать эмоции и поддерживать уверенность в себе людям с ограниченными возможностями. Цель работы – выявление приемов формирования сенсорного сада для слабовидящих на принципах универсального дизайна. Для достижения поставленной цели в исследовании обобщены работы по универсальному дизайну; формированию сенсорных садов; ассортименту декоративных растений. Созданное студентами-дизайнерами инклюзивное пространство сенсорного сада удовлетворит эмоциональные, чувственные и физические потребности учеников специализированной школы, которые не могут ощущать себя в общественных местах на равных с остальными членами общества в силу своих физических особенностей. Предложенная проектная разработка будет способствовать положительному терапевтическому воздействию на здоровье школьников благодаря контакту с природной средой. Полученные студентами во время обучения теоретические и практические знания, навыки и умения позволят им в дальнейшем грамотно подходить к ландшафтной организации городских пространств на принципах универсального дизайна.

Ключевые слова: обучение универсальному дизайну, открытое городское пространство, ландшафтное проектирование, сенсорный сад, природная среда

A SENSORY GARDEN ON THE PREMISES OF A PRIMORSKY KRAI SCHOOL FOR VISUALLY-IMPARED CHILDREN AS AN EXAMPLE OF UNIVERSAL DESIGN TRAINING PECULIARITIES

[1]Ivanova O.G., [2]Kopeva A.V., [3]Khrapko O.V.

[1]Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: 3wishes@mail.ru;

[2]Far-Easten Federal University, Vladivostok, e-mail: 457594@mail.ru;

[3]Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: ovkhrapko@yandex.ru

Universal design training is an important part of landscape design education. The paper presents the results of VSESU students' experimental project of a sensory garden in a visually-impaired children's school area in Primorsky Krai. The subject of studying is a sensory garden as a tool enabling to acquire important knowledge, develop skills, control emotions, and maintain self-confidence by people with special needs. The paper aims at establishing the techniques of creating a sensory garden for the visually-impaired based on universal (inclusive) design concepts. To this end, the paper generalizes works on forming a universal design; creating sensory gardens; considers ornamental plant assortments. The inclusive sensory garden created by university design majors takes into consideration emotional, sensual and physical needs of physically-challenged school students who cannot feel the same as other society members in public places due to their special needs. The proposed project solution may have a positive therapeutic healing effect on school students which results from being in nature. Theoretical knowledge and practical skills obtained by the students during their course of study will allow further professional approach to urban space landscaping on universal design concepts.

Keywords: universal design training, an open urban space, a landscape design, a sensory garden, natural environment

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в мире более одного миллиарда людей (15% населения) страдают различными формами инвалидности [1]. Из них 9,1% – слепых и слабовидящих людей. Наряду с термином «инвалид» в российских нормативных документах используется термин «маломобильные группы населения» (МГН) – люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве [2].

В настоящее время разработаны и соблюдаются законодательные и технические нормативно-правовые требования в области архитектуры и строительства по обеспечению доступной среды для МГН, изложенные в СП 35-105-2002, СП 59.13330.2016, ГОСТ Р 50918-96, ГОСТ Р 51630-2000, ГОСТ Р 52131-2003, ГОСТ Р 52871-2007, ГОСТ Р 52875-2007 и т.д. Для людей с на-

рушениями в сфере опорно-двигательного аппарата разработан достаточно широкий спектр мероприятий, облегчающих им условия передвижения на территории города (устройство лифтов и подъемников, пандусов и лестниц с расширенными разгрузочными площадками, ограждающих поручней, тактильных поверхностей, дорожной разметки, указателей и др.). Но для слепых и слабовидящих людей мероприятий, облегчающих условия пространственной ориентации, а значит, и условий передвижения, крайне недостаточно. Достижению этой задачи может служить универсальный дизайн [3], который называют также «инклюзивным дизайном» или «дизайном для всех».

Формирование благоприятной и безопасной среды жизнедеятельности и реабилитации для МГН, в том числе – открытых городских пространств (ОГП), является одним из важнейших направлений внутренней социальной политики Российской Федерации. Задача ландшафтных проектировщиков – архитекторов и дизайнеров заключается как в следовании нормативным требованиям для создания безопасной доступной среды ОГП, так и в умении сделать элементы этой среды эстетически привлекательными, удобными для всех групп населения, независимо от того, относятся они МГН или нет.

Обучение принципам универсального дизайна в вузе является важным этапом подготовки специалистов – дизайнеров среды для их дальнейшей работы в области ландшафтного проектирования и создания инклюзивных городских объектов и пространств.

Цель исследования: выявление приемов формирования сенсорного сада для слабовидящих на принципах универсального дизайна.

Объект исследования: инклюзивное рекреационное пространство сенсорного сада, как средство, позволяющее получать важные знания, развивать навыки, регулировать эмоции и поддерживать уверенность в себе людям с ограниченными возможностями.

Предмет исследования: особенности обучения приемам универсального дизайна при формировании сенсорного сада с использованием природных и искусственных ориентиров на территории школы для слабовидящих детей в г. Артеме Приморского края.

Материалы и методы исследования

На этапе постановки проблемы и определения ее связи с важными научными и социальными задачами, касающимися формирования ОГП для слабовидящих МГН, были проанализированы последние публикации по теме исследования, посвященные: универсальному (инклюзивному) дизайну среды ОГП [4–6]; реабилитации людей с нарушениями зрения путем ландшафтной организации ОГП [7, 8]; формированию сенсорных садов [9, 10]; определению ассортиментов декоративных растений и результатов интродукции декоративных растений природной флоры на юге Приморского края [11–13]; принципам архитектурно-ландшафтной организации детских площадок [14, 15] и пришкольных территорий [16–18]. На этапе сбора и изучения исходных данных применялись такие методы, как наблюдение, фотофиксация, описание функциональных и эстетических характеристик объектов, а также – опрос в форме анкетирования.

С 2017 г. во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС) на кафедре дизайна и технологий (ДЗТ) в рамках дисциплин по ландшафтному проектированию среды введен курс по обучению универсальному дизайну. За это время студенты, руководствуясь принципами универсального дизайна, выполнили ряд дизайн-проектов благоустройства городских территорий с адаптацией для МГН. Дважды (в 2017 и 2018 гг.) студенческие коллективы ВГУЭС занимали призовые места с проектами по ландшафтной организации рекреационных пространств г. Владивостока на Всероссийском студенческом архитектурном конкурсе «Универсальный дизайн» в г. Москве.

В 2018–2019 учебном году перед студентами была поставлена цель – выявить основные приемы формирования сенсорных садов и выполнить экспериментальную проектную разработку сада на принципах универсального дизайна. Проектное предложение было реализовано на пришкольном участке территории КГКСКОУ «Коррекционной школы-интерната III–IV видов» – специальной школы для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, с ограниченными возможностями здоровья в г. Артеме Приморского края. В школе учатся и проживают 123 человека, в том числе 43 незрячих, 20 детей со сложным дефектом, 2 ребенка – сироты, 10 детей из семей, родители которых лишены родительских прав.

Работа в процессе обучения была разбита на два этапа: 1) проведение предпроектного анализа; 2) выполнение проектной разработки сенсорного сада на основе принципов универсального дизайна. На первом этапе обучения студенты посетили коррекционную школу-интернат и всесторонне обследовали территорию объекта проектирования; проанализировали нормативную литературу, регламентирующую размещение элементов доступной среды; выявили последние тенденции в мировой практике при проектировании аналогичных объектов; проанализировали возможности использования искусственных и природных ориентиров для слабовидящих; подобрали элементы наполнения пространства; изучили влияние природных факторов на улучшение здоровья и адаптации людей с ограничениями по зрению; определили ассортимент декоративных растений для озеленения. В рамках предпроектного исследования студентами был проведен опрос сотрудников и детей школы разных возрастных групп (около 100 респондентов). В результате опроса было выявлено, что слабовидящие люди часто упоминают зеленые зоны, парк и лес как свои любимые места для времяпрепровождения. В качестве любимого аромата указывают запах све-

жей зелени. При описании красоты (в их понимании) отмечают цветы и природу.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования показывают, что пребывание на озелененных территориях и уход за растениями помогают МГН, включая слепых и слабовидящих людей, развивать различные навыки, регулировать эмоции и поддерживать уверенность в себе. Соответствующим образом оборудованные озелененные ОГП могут быть использованы для реабилитации и социализации слабовидящих с различной патологией. «Нарушения зрения приводят к значительным расстройствам восприятия окружающего мира и коммуникации с другими людьми. Это обусловлено тем, что «почти 90% информации здоровый человек получает через зрение» [9, с. 37].

В связи с тем, что полная компенсация потерь, связанных с потерей зрения, невозможна, важным аспектом организации ландшафтных объектов «для слабовидящих и слепых людей является перевод зрительных образов в образы и форму, доступную для тактильного и/или звукового восприятия» [9, с. 38]. В значительной степени этому способствуют сенсорные сады. В настоящее время в отечественной и зарубежной практике наблюдается растущее движение за включение сенсорных садов в структуру многих образовательных учреждений для детей-инвалидов, детских оздоровительных учреждений, а также – ботанических садов. Сенсорные сады способствуют восстановлению зрительного восприятия на основе использования сохранных анализаторных систем (слуха, осязания, обоняния). В таком саду дети-инвалиды по зрению получают необходимые для повседневной жизни навыки, учатся ориентироваться и перемещаться в пространстве.

Основным принципом, позволяющим облегчать пространственную ориентацию слепых на ОГП, является активное «использование их уникальных компенсаторных способностей с одновременным привлечением эффективных природных ориентиров из числа определенных пород деревьев, цветов и цветущих кустарников» [7, с. 134]. Именно в этом случае в большой степени задействуются внутренние резервы организма слепого, его скрытые компенсаторные возможности. При этом слепой менее зависим от какой-либо технической помощи извне и способен проявлять большую самостоятельность в выборе пути. С целью определения приемов озеленения и элементов, которые могут играть роль природных ориентиров в сенсорном саду для слабовидящих, был проведен анализ ассортиментов декоративных растений и результатов интродукции декоративных растений природной флоры юга Приморского края [11–13], а также – принципов архитектурно-ландшафтной организации детских площадок [14, 15] и пришкольных территорий [16–18].

В ходе исследования были выявлены и рекомендованы для последующего использования в качестве природных ориентиров породы деревьев, цветов и цветущих кустарников, обладающих выраженными шумовыми, ароматическими и тактильно-морфологическими характеристиками. Выявлено, что оживлению зрительных представлений на основе слуха может служить шум листвы крупных пород деревьев: дуба монгольского, липы амурской, ореха маньчжурского, осины дрожащей, ясеня носолистного. Кроны этих деревьев в ветреную погоду весной и летом и опавшая листва, шуршащая под ногами в осеннее время, служат источником звуковых сигналов, распространяющихся на большое расстояние и улавливающихся обостренным слухом слепых.

Оживлению зрительных представлений на основе осязания служат растения с характерной структурой листвы: хвойные (ели, лиственницы, можжевельники, пихты, сосны, тис остроконечный) и лиственные (кизильник блестящий, магнолии, сирени и др.), а также растения с ярко выраженной фактурой коры: деревья (бархат амурский, береза даурская, береза маньчжурская, береза ребристая, дуб черешчатый, рябина амурская, сосна обыкновенная, сосна погребальная) и кустарники: (бересклет Максимовича, бересклет малоцветковый, бересклет священный, жимолость Маака, жимолость Максимовича, жимолость раннецветущая, черемуха Маака).

Оживлению зрительных представлений на основе обоняния служат породы кустарников, летников и многолетников, обладающие характерными ароматами. Среди кустарников это различные сирени и розы; из многолетников – нарциссы и флоксы, однолетников: тагетес, настурция, душистый горошек.

Важным ориентиром при движении слабовидящих и цветовым сопровождением на фоне застройки являются кустарники с обильным ярким цветением и яркой листвой: клен ложнозибольдов, вишня сахалинская, слива трехлопастная, вейгела, чубушник венечный, спирея Вангутта, форзиция промежуточная. В зимнее время на фоне белого снега будут выделяться стройными вечнозелеными колоннами посадки можжевельника китайского.

Функционально-пространственная организация сенсорного сада на территории коррекционной школы-интерната в г. Артеме Приморского края. Проектное предложение

На основе проведенного исследования и анализа данных материалов были определены основные приемы ландшафтной организации территории школы для слабовидящих детей, и на их основе студентами выполнена проектная разработка сенсорного сада, которым, по сути, является вся территория школы. Функционально-пространственная организация пришкольного участка сформирована с учетом рекомендаций преподавателей школы для слабовидящих детей и экспертов из Общества слепых г. Владивостока (рисунок).

Данные рекомендации помогли студентам выделить на территории различные зоны с таким расчетом, чтобы в дальнейшем облегчить школьникам ориентацию в пространстве. Запроектированы: тактильные зоны для рук и ног; зоны с интерактивными стенками-панно и шрифтом Брайля; зона для тихих игр; многофункциональная поляна для подвижных игр; зоны с детским игровым оборудованием и со спортивными тренажерами; огород; ароматический сад пряных трав; плодовый сад; каменистый сад; акустический тоннель. Для каждой из перечисленных зон определены свои приемы ландшафтной организации, облегчающие ориентацию в пространстве. Проектное предложение не ограничивается рекомендациями по созданию безопасной доступной среды для МГН, регламентируемыми нормами и правилами. Дизайн пространства пришкольной территории максимизирован с учетом использования принципов универсального дизайна для всех, независимо от мобильности, а также – в части усиления познавательной функции природы и для получения удовольствия от общения с природными и рукотворными элементами наполнения пространства.

В узловых точках пересечений дорожек в качестве природных ориентиров авторами предложена посадка древесно-кустарниковых групп и многолетников, способствующих восстановлению зрительного восприятия на основе использования сохранных анализаторных систем (слуха, осязания, обоняния). Важную роль в навигации по территории школы играют специализированные сенсорные мини-сады, помогающие ориентироваться при переходе из одной

зоны в другую: плодовый сад с плодами разнообразной формы и фактуры: гладкими, опушенными, округлыми и неправильной формы; ароматический мини-сад с пряными растениями: тимьяном, мелиссой лекарственной, мятой перечной и др.; огород, на территории которого дети могут тренироваться в посадке растений и уходе за ними. Сочетание положительного воздействия работы в огороде на свежем воздухе, благотворного влияния природы и возможность практического использования результатов своего труда позволит получить необходимый терапевтический эффект.

Особое внимание в студенческой проектной разработке уделено покрытиям дорожек и площадок и организации акустического тоннеля (при движении звук ног и тросточек будет отражаться от покрытий и стен тоннеля, эхо позволит детям определять свое местоположение). Характер дорожных одежд на остальной территории неоднородный, с включением отдельных участков из «мягких» покрытий – используются гравийные полосы на асфальтовых дорожках перед поворотами и информационными стендами. Покрытия на основных путях движения территории имеют направляющие тактильные полосы с включением резонирующих участков, выполненных из полой акустической плитки и рельефной плитки из твердых материалов, указывающих оптимальное направление движения.

В студенческом проекте предложена комплексная система тактильной ориентации в пространстве, являющаяся важной составляющей, обеспечивающей инклюзию детей с ограничениями по зрению. Разработаны рельефные наземные указатели: фреска в зоне для проведения школьных мероприятий и несколько интерактивных стенок-панно, включающих различные тактильные элементы и тексты, выполненные шрифтом Брайля.

Заключение

На кафедре ДЗТ ВГУЭС сегодня уделяется большое внимание обучению студентов принципам универсального дизайна, основанное на реальном проектировании средовых объектов, где требуется переход от создания доступной среды к комплексным инклюзивным решениям среды. Полученные во время обучения теоретические знания и практические опыт и умения в области универсального дизайна позволят студентам в профессиональной деятельности грамотно решать проектные задачи для достижения полного включения МГН в общественную жизнь. Выполненные студентами теоретическое исследование с привлечением социологических инструментов и экспериментальная проектная разработка сенсорного сада для слабовидящих позволяют сделать вывод о том, что природные и искусственные ориентиры должны рассматриваться как две взаимодополняющие и одинаково важные составляющие в обустройстве основных путей передвижения МГН в ОГП. Сенсорный сад, в котором создана безбарьерная среда для людей с ограничениями по зрению, обеспечивает выполнение санитарно-гигиенических, антропометрических, экологических и эмоционально-психологических требований, а также благодаря универсальному дизайну обеспечивает доступность всех структурных элементов для всех категорий населения без необходимости их адаптации. Инклюзивное пространство поможет детям получить дополнительную информацию о пришкольной территории, рукотворной и природной окружающей среде и будет способствовать расширению возможности реабилитации детей.

Список литературы

1. World Health Organization. The World Report on Disability. [Electronic resource]. URL: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf; https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment (date of access: 25.05.2019).

2. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. [Электронный ресурс]. URL: https://tiflocentre.ru/download/SP59-2016.pdf (дата обращения: 25.05.2019).

3. Конвенция ООН о правах инвалидов, принятая резолюцией 61/106 Генеральной Ассамблеи ООН от 13 декабря 2006 г. [Электронный ресурс]. URL: http://ombudsmanspb.ru/files/files/OON_02_site.pdf (дата обращения: 25.05.2019).

4. Лазовская Н.А. Безбарьерная среда открытых городских пространств // Региональные архитектурно-художественные школы. 2015. № 1. С. 54–59.

5. Леонтьева Е.Г. Доступная среда и универсальный дизайн глазами инвалида. Базовый курс. Екатеринбург: TATLIN, 2013. 128 с.

6. Kopeva A.V., Ivanova O.G., Zaitseva T.A. Application of Universal Design principles for the adaptation of urban green recreational facilities for low mobility groups (Vladivostok case-study). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE); International Conference «Far East Con» (Vladivostok, Russia, October 02–04, 2018). Vol. 463. Part 1. Bristol: IOP Publishing. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022018.

7. Шолух Н.В., Надъярная А.Е., Анисимов А.В., Бородина А.В. Дендрологический анализ территорий социально значимых объектов города на предмет удобства пространственной ориентации слепых: композиционно-планировочные и эргономические аспекты // Современное промышленное и гражданское строительство. 2017. Т. 13. № 3. С. 129–151.

8. Майданов А.С. Восприятие незрячими красоты. М.: Канон+, 2010. 616 с.

9. Довганюк А.И. Медико-социальная реабилитация людей с нарушениями зрения путем ландшафтной организации специализированных экологических троп // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2012. № 2. С. 37–40.

10. Hazreena Hussein Affordances of Sensory Garden towards Learning and Self Development of Special Schooled

Children. International Journal of Psychological Studies 2012. Vol. 4. No. 1. P. 135–144. DOI: 10.5539/ijps.v4n1p135.

11. Денисов Н.И., Петухова И.П., Пшенникова Л.М., Прилуцкий А.Н. Декоративные деревья, кустарники и лианы в Приморье. Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 2005. 211 с.

12. Пшенникова Л.М. Новые древесные растения для юга Приморского края. Владивосток: Дальнаука, 2002. 48 с.

13. Храпко О.В., Калинкина В.А., Колдаева М.Н., Миронова Л.Н. Дальневосточные декоративные растения в ландшафтных композициях // Бюллетень Главного ботанического сада. 2017. № 3 (вып. 203). С. 148–153.

14. Головань Е.В. Особенности озеленения детских площадок в условиях г. Владивостока // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. Вып. 44–2. С. 65–69.

15. Kopeva A.V., Khrapko O.V., Ivanova O.G. Landscape planning of preschool yards. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE); International Conference «Far East Con» (Vladivostok, Russia, October 02–04, 2018). Vol. 463. Part 1. Bristol: IOP Publishing. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022017.

16. Копьёва А.В., Храпко О.В., Головань Е.В., Иванова О.Г. Основные принципы архитектурно-ландшафтной организации пришкольных территорий [Электронный ресурс] // Современные технологии и развитие политехнического образования: материалы Второй международной научной конференции (г. Владивосток, 19–23 сентября 2016 г.). Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2016. С. 572–577.

17. Баранов В.И., Березовская О.Л., Головань Е.В. и др. Озеленение пришкольных территорий // Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения Российской академии наук. Владивосток: Изд-во ПК ИРО, 2012. 180 с.

18. Kopeva A.V., Khrapko O.V., Ivanova O.G. Landscape Architecture of Schoolyards. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE); International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (Chelyabinsk, Russia, September 21–22, 2017). Vol. 262. Issue 1. DOI: 10.1088/1757-899X/262/1/012145.

УДК 371.693.2

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА

Киргинцев М.В., Пеньков Н.А., Свиридов С.Г., Дьяков Д.Е.

ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, e-mail: snooker646@rambler.ru

В настоящее время на рынке обучающих программ и тренажеров доминируют комплексы моделирования полетов и пилотажные комплексы-тренажеры. Разработке обучающих комплексов для теоретической и практической подготовки инженерно-технического состава уделяется небольшое количество исследований. В настоящей статье рассмотрен вопрос подготовки специалистов инженерно-авиационной службы, занимающихся обслуживанием и подготовкой к полетам воздушных судов государственной авиации. Раскрывается один из способов повышения эффективности технического обслуживания, основанный на применении современных компьютерных технологий (3D-визуализация процесса выполнения регламентных работ, интерактивное взаимодействие с виртуальным оборудованием, с целью формирования знаний технического обслуживания воздушных судов). Внедрение программно-тренажерного комплекса на раннем этапе подготовки позволит выработать у инженерно-технического состава представление о расположении арматуры кабины и комплекса бортового оборудования, сформировать первичные знания о порядке выполнения работ по технологическим картам, сэкономить ресурс дорогостоящих тренажеров и техники, снизить риск получения травм при работе на тренажере. При работе с программным тренажером повышается интенсивность процесса обучения, так как обучающиеся одновременно работают на нескольких персональных компьютерах в лаборатории, в то время как практические занятия на тренажере или работа на технике, как правило, выполняются последовательно.

Ключевые слова: программный тренажер, обучение, виртуальная реальность, инженерно-технический состав, воздушное судно, технологическая карта

THE APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY IN THE TRAINING FACILITIES FOR TECHNICAL STAFF

Kirgintsev M.V., Penkov N.A., Sviridov S.G., Dyakov D.E.

Military educational scientific center of Military and air forces «Military and air academy of a name of professor N.E. Zhukovskogo and Yu.A. Gagarin», Voronezh, e-mail: snooker646@rambler.ru

Currently, the market of training programs and simulators is dominated by flight simulation systems and aerobatic systems-simulators. The development of training complexes for theoretical and practical training of engineering and technical staff is given a small amount of research. This article deals with the issue of training of specialists of engineering and aviation services engaged in the maintenance and preparation for the flight of aircraft of state aviation. The article describes one of the ways to improve the efficiency of maintenance, based on the use of modern computer technologies (3D-visualization of the process of routine maintenance, interactive interaction with virtual equipment, in order to form knowledge of aircraft maintenance). The introduction of the software and training complex at an early stage of preparation will allow to develop an idea of the engineering staff about the location of the cabin fittings and the onboard equipment complex, to form primary knowledge about the order of work on technological maps, to save the resource of expensive simulators and equipment, to reduce the risk of injury when working on the simulator. When working with the software simulator increases the intensity of the learning process, as students simultaneously work on several personal computers in the laboratory, while practical training on the simulator or work on the technique, as a rule, are carried out consistently.

Keywords: software simulator, training, virtual reality, engineering staff, aircraft, technological map

В настоящее время в образование активно внедряются технологии виртуальной реальности, в том числе и интерактивные модели. Авторами разработан программный тренажер, который обеспечивает [1]: кроссплатформенность; интерактивность пользовательского интерфейса; поддержку технологий виртуальной реальности; имитацию процесса выполнения регламентных работ по технологическим картам; имитацию возможных отказов и неисправностей оборудования; функционал формирования знаний расположения арматуры кабины и комплекса бортового оборудования.

Актуальность разработанного программного тренажера обусловлена перегруженностью инженерно-технического состава (ИТС) большим количеством технической документации во время теоретической подготовки, что не позволяет эффективно сформировать знания о порядке выполнения регламентных работ по технологическим картам, представление о расположении арматуры кабины и оборудования самолета.

Цель исследования: разработка комплекса обучающих программных продуктов, предназначенных для формирования теоретических знаний и практических навыков выполнения регламентных работ по технологическим картам для авиационного и радиоэлектронного оборудования воздушного судна. Разрабатываемый комплекс ориентирован на новый учебно-боевой самолет Як-130, в связи с отсутствием программных обучающих средств для формирования знаний технического обслуживания.

Материалы и методы исследования

Тренажер относится к средствам обучения и инженерной (интеллектуальной) поддержки профессиональной деятельности ИТС авиации по вопросам технической эксплуатации воздушных судов. Преимущественной сферой применения данного тренажера является сфера эксплуатации воздушных судов государственной авиации [2].

В настоящее время для обучения ИТС государственной авиации вопросам устройства (конструкции), функционирования, технической эксплуатации, в том числе и технического обслуживания, авиационной техники наиболее широко применяются учебные компьютерные классы с автоматизированными системами обучения или собственно автоматизированные системы обучения с различными функциями и возможностями. Однако для всех этих средств характерен недостаток – они предназначены преимущественно для теоретического обучения, то есть для формирования у ИТС в основном знаний устройства авиационной техники, которые не обеспечивают формирования необходимых умений и навыков грамотной практической эксплуатации воздушных судов. Известна интерактивная автоматизированная система обучения (неопределенной профессиональной направленности) с функциями процедурного тренажера, которая содержит модуль вычислительной системы управления процессом обучения, модуль группового обучения, модуль индивидуального обучения и модуль процедурного тренажера [3]. Однако процедурный тренажер в данной системе представлен только макетом рабочего места управления объектом, что не обеспечивает формирования у обучающихся необходимых знаний технической эксплуатации (обслуживания, ремонта) самого объекта.

Известна интерактивная автоматизированная система обучения эксплуатации нефтепромыслового оборудования, имеющая также функцию процедурного тренажера и содержащая: модуль группового обучения, модуль индивидуального обучения, модуль процедурного тренажера и модуль комплексного тренажера [4]. Абстрагируясь от узкого целевого назначения данной системы, можно заметить, что ей свойственен тот же недостаток, что и ранее представленной системе, а именно – развертывание процедурного тренажера на базе макета рабочего места управления (в данном случае – нефтепромысловым оборудованием). Очевидно, что подобный тренажер не предназначен для решения дидактических задач, связанных с вопросами технической эксплуатации объекта.

Аналогичный недостаток свойственен и интерактивной автоматизированной системе обучения (неопределенной профессиональной направленности), которая состоит из модуля группового обучения, модуля имитации исследований объекта изучения и модуля управления имитационной моделью [5]. Поэтому рассматривать данное средство как близкий аналог предлагаемого тренажера не представляется возможным.

Близкими к предлагаемому средству обучения являются комплексные или процедурные тренажеры воздушных судов.

Известен унифицированный процедурный тренажер летного и технического персонала летательного аппарата, который содержит кабину летательного аппарата с органами управления и приборной доской. Представленная кабина снабжена модулем акустических шумов и модулем с носителями программно-математического обеспечения. Кроме того, тренажер содержит модуль управления загрузкой командных органов управления, модуль спецпульта управления, модуль управления, контроля и индикации технического состояния тренажера [6]. В описании данного изобретения отмечено, что процедурный тренажер выполнен в виде макета кабины летательного аппарата, по крайней мере, с одним программным блоком, обеспечивающим подготовку технического и летного персонала по выполнению процедур контроля и подготовки систем и оборудования летательного аппарата перед выполнением полетного задания.

Данный тренажер относится к средствам обучения инженерно-технического состава авиации правилам технической эксплуатации воздушных судов. Однако создание тренажера в облике кабины летательного аппарата существенно ограничивает его возможности по формированию у специалистов инженерно-авиационной службы умений и навыков во всем спектре задач технического обслуживания авиационной техники, в частности осмотровых, заправочных, регулировочных и монтажно-демонтажных работ, проводимых на воздушном судне.

Известны тренажеры, входящие в учебно-тренировочные комплексы, созданные ЦНТУ «Динамика» и предназначенные для воздушных судов типа Су-24М, Су-33, Ми-8, Ка-52. Они состоят из кабины (разработанной на основе имитации рабочих мест) летательного аппарата с органами управления и программного тренажера [7]. По данным указанного источника, они предназначены для подготовки (обучения) летного и инженерно-технического состава. Однако подобные тренажеры созданы на основе имитации рабочих мест (кабины) членов экипажа с частичной поддержкой возможностей на программном (как указано в материалах) тренажере, представляющем собой виртуальную кабину экипажа, позволяющую отрабатывать вопросы летной и технической эксплуатации всех указанных воздушных судов. Поэтому подготовка специалистов инженерно-авиационной службы на этих тренажерах ограничивается только вопросами работы с органами управления, расположенными в кабине самолета, что составляет малую часть технической эксплуатации воздушных судов. Говорить о таких тренажерах как о целевых тренажерах технической эксплуатации воздушных судов нельзя. В связи с этим они не являются полным аналогом предлагаемого средства обучения, поскольку вышеуказанные тренажеры не позволяют отрабатывать все задачи технического облуживания (например, осмотровые, заправочные, монтажно-демонтажные и т.п.).

Известен способ интеллектуальной поддержки деятельности экипажа летательного аппарата, заключающийся в автоматизированном формировании и предоставлении экипажу информации о необходимых действиях в особой ситуации, реализуемый тренажером, состоящим из кабины летательного аппарата с дисплеем и пультом управления системой интеллектуальной поддержки. Специфика данного способа (автоматизированное формирование и предоставление экипажу информации на основе оценки постоянно меняющейся обстановки) не применима в предлагаемом тренажере [8].

Известна система интеллектуальной поддержки командира корабля, содержащая магистраль обмена устройства памяти, периферийные устройства, процессоры, модуль связи, шины, регистр, формирователь, блок управления, коммутатор, блок отображения, блок знаний, блок анализа обстановки, блок корректуры решения, блок программных событий. Данная система основана на предоставлении командиру корабля информации, обеспечивающей оперативность принятия им управленческих решений, поэтому она, по сути, является системой интеллектуальной поддержки принятия решений, что принципиально отличает ее от предлагаемого тренажера [9].

Отметим, что системы информационной (интеллектуальной) поддержки профессиональной деятельности авиационных специалистов не являются новыми для теории и практики.

Наиболее близким аналогом, выбранным в качестве прототипа, является тренажер с системой инженерной поддержки технической эксплуатации воздушных судов, содержащий сервер, автоматизированное рабочее место преподавателя, автоматизированные места обучающихся и программного обеспечения, содержащего программное обеспечение сервера, программное обеспечение автоматизированного рабочего места преподавателя, программное обеспечение автоматизированных рабочих мест обучающихся, ресурсы и модули [10].

Рассмотренный выше процедурный тренажер имеет ряд недостатков, основными из которых являются: низкий уровень формирования навыков для действий в нестандартных ситуациях, узкая специализация натурного тренажера для конкретного типа воздушного судна, а также невозможность отработки некоторых вопросов в составе группы, видеофиксации выполненных упражнений для дальнейшего разбора, отставание технических средств обучения, применяемых в существующих тренажерах, от имеющихся передовых технологий, позволяющих более качественно и эффективно осуществлять процесс обучения.

В существующих тренажерах для обучения инженерно-технического состава государственной авиации отсутствует оборудование, поддерживающее технологии виртуальной реальности, наличие которого позволяет обеспечить унификацию использования тренажера по обучению специалистов на всех типах воздушных судов государственной авиации. Кроме того, известные тренажеры не позволяют отрабатывать различные ситуации (в том числе нестандартные) на широком спектре технологических операций, а также при групповом подходе в обучении технической эксплуатации различных типов воздушных судов на одном рабочем месте, с возможностью видеофиксации выполненного задания для последующего качественного разбора с целью максимально эффективной отработки упражнений.

Техническим результатом, на достижение которого направлен разрабатываемый тренажер, является: повышение эффективности тренажерных средств обучения инженерно-технического состава государственной авиации, а также профессиональной подготовки инженерно-технического состава в вопросах технической эксплуатации различных типов воздушных судов на одном рабочем месте (с возможностью загрузки баз данных различных типов воздушных судов), обеспечение безошибочности его действий в различных ситуациях при выполнении работ на авиационной технике. Основу предлагаемого тренажера составят технические средства информационной поддержки (с компонентами виртуальной реальности) практической деятельности по технической эксплуатации воздушных судов с комплексом разработанных и объединенных в сеть с оборудованием, программных компонентов, ресурсов и модулей.

Средства тренажёра планируется размещать в соответствующем помещении (учебном классе) эксплуатирующей организации (авиационной части, учебном заведении). Функционирование тренажера базируется на моделировании отдельных процессов технической эксплуатации конкретного типа воздушного судна (с возможностью изменения типа воздушного судна). Обучение инженерно-технического состава на данном тренажере заключается в детальном изучении порядка действий по технической эксплуатации воздушного судна в трехмерной среде – на фоне 3D-моделей конструкции его систем и оборудования, инструментов и приспособлений, в том числе с поддержкой технологии виртуальной реальности.

Осуществление работы системы инженерной (информационной) поддержки деятельности инженерно-технического состава по технической эксплуатации воздушного судна будет заключаться в выводе специалисту на экран АРМ всей необходимой информации по содержанию, порядку и правилам выполнения конкретных работ на авиационной технике, по ее эксплуатации (подготовке, обслуживанию, ремонту и т.п.). Такая информация будет представлена интерактивными технологическими картами выполнения работ на авиационной технике с соответствующими подкреплениями текстовой, графической и видеоинформацией. Построением интерфейса системы будет обеспечена возможность получения специалистом непосредственно на рабочем месте (на стремянке, в отсеке воздушного судна) в реальном времени информации не только по содержанию, порядку, правилам выполнения работы, перечню и порядку использования применяемых средств и инструмента, но и необходимой справочной информации, касающейся устройства воздушного судна, функционирования его систем и агрегатов и др.

Кроме того, при выполнении специалистом инженерно-авиационной службы работ на авиационной технике по ее техническому обслуживанию имеющийся в его распоряжении комплект виртуальной реальности может быть использован для более подробного ознакомления с интересующими элементами воздушного судна, которое может происходить как при одиночной работе, так и при выполнении ряда мероприятий, подразумевающих совместную работу для отработки различных ситуаций, в том числе экстренных (аварийных). Все действия обучающихся записываются на модули видеозахвата изображений с экрана для дальнейшего разбора.

Практическое руководство по технической эксплуатации воздушного судна (как одно из средств предоставления информации в данной системе) будет представлено альбомом схем отдельных процедур технической эксплуатации воздушного судна, которые будут представлять собой бумажные копии технологических карт выполнения работ, применяемых в тренажере, с соответствующим подкреплением зрительной информацией в текстовом и графическом форматах. Альбом схем по технической эксплуатации воздушного судна в системе информационной поддержки будет выполнять функцию дублера портативного АРМ специалиста на случаи сбоев в работе автоматизированных средств или затруднений специалиста в их использовании.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемое средство практического обучения направлено на создание и применение, впервые на практике, тренажера для инженерно-технического состава авиации с поддержкой технологии виртуальной реальности, предназначенного для формирования и проверки у специалистов необходимых компетенций в широком спектре работ по технической эксплуатации воздушных судов государственной авиации любого типа, а также для информационной поддержки их действий при практическом выполнении работ на авиационной технике в различных условиях эксплуатации.

Основными режимами работы разрабатываемого тренажера для обучения инженерно-технического состава авиации будут ознакомление и изучение специалистами порядка действий (выполнения конкретных работ) по технической эксплуатации воздушного судна и упражнение специалистов в имитации выполнения работ по технической эксплуатации выбранного типа воздушного судна на рабочем месте как одиночно, так и в составе группы, в том числе имитация отработки действий при возникновении нештатных ситуаций.

Устройство предлагаемого тренажера предполагает возможность организации его информационного взаимодействия с существующими в эксплуатирующих организациях средствами теоретической подготовки инженерно-технического состава, а также организации взаимодействия с другими обучающимися и преподавателем. Это позволит на рабочих местах тренажера решать задачи теоретического изучения инженерно-техническим составом авиационной техники или углубления ими знаний конструкции воздушного судна, устройства и функционирования его систем и агрегатов, об основах летной и технической эксплуатации. При этом обучение может проводиться как самостоятельно, так и в совместной работе под руководством преподавателя.

Заключение

В заключении отметим, что разработанный тренажер позволяет: повысить эффективность обучения и унификацию тренажеров данного типа путем использования оборудования с поддержкой технологии виртуальной реальности, расширить их функционал возможностями решения поставленных задач в составе группы (расчета), отработки нештатных ситуаций и видеозаписей отработки упражнений, обеспечить отработку вопросов на одном рабочем месте для всего спектра воздушных судов государственной авиации.

Список литературы

1. Свиридов С.Г., Пеньков Н.А., Митрофанов Д.В. Внедрение технологий виртуальной реальности в процесс подготовки военных специалистов // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2017. № 4. С. 171–179.

2. Курганников И.В., Великанов А.В., Аведян Э.В., Дьяков Д.Е. Повышение эксплуатационных показателей наземных средств обслуживания авиационного комплекса // Фундаментальные исследования. 2015. № 8–1. С. 68–73.

3. Барковский В.И., Калмыков В.Б., Карасев А.Г., Манучаров А.А., Пономаренко А.В., Слободский А.Б. Интерактивная автоматизированная система обучения // Патент РФ № 2271040. Патентообладатель ФГУП «РСК «МиГ». 2009. Бюл. № 6.

4. Конюхов В.М., Волков Ю.А., Фасахутдинов В.Г., Тырсин Ю.А., Карагманов И.И., Коротков В.Н., Тотанов А.С., Кардоник Г.С., Романов В.И. Интерактивная автоматизированная система обучения // Патент РФ № 2435229. Патентообладатель ООО «ЦСМР нефть». 2011. Бюл. № 33.

5. Мартынов В.Г., Владимиров А.И., Шейнбаум В.С., Сарданашвили С.А., Пятибратов П.В., Рыжков В.И., Игревский Л.В. Интерактивная автоматизированная система обучения // Патент РФ № 2477528. Патентообладатель ГОУ ВПО «РГУНГ им. И.М. Губкина». 2013. Бюл. № 7.

6. Барковский В.И., Калмыков В.Б., Карасев А.Г., Пономаренко А.В., Слободский А.Б. Унифицированный процедурный тренажер летного и технического персонала // Патент РФ № 2279141. Патентообладатель ФГУП «РСК «МиГ». 2009. Бюл. № 18.

7. Автоматизированные системы обучения. [Электронный ресурс]. URL: http://www.dinamika-avia.ru/product/classifier/cbt.php (дата обращения: 30.05.2019).

8. Зиберов В.А., Куприянов А.В., Косолапов О.А. Способ интеллектуальной поддержки деятельности экипажа летательного аппарата // Патент РФ № 2018966. Патентообладатель Зиберов В.А., Куприянов А.В., Косолапов О.А. 1994.

9. Ваколюк О.П., Издеберский Г.А., Киваев Н.М. Синельников М.А., Чернов В.С. Система интеллектуальной поддержки командира корабля // Патент РФ № 2133498. Патентообладатель Ваколюк О.П., Издеберский Г.А., Киваев Н.М. Синельников М.А., Чернов В.С. 2009.

10. Пацкин Г.А., Анфилов С.Н., Тараканов Ю.В., Шамшин С.С. Процедурный тренажер с системой инженерной поддержки технической эксплуатации воздушных судов // Патент РФ № 2624890. Патентообладатель ЗАО «НТЦ «КАЧЕСТВО». 2017. Бюл. № 19.

УДК 378.14

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОБУЧЕНИЕМ ЛЕКСИКЕ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ МГТУ ИМ Г.И. НОСОВА

Кисель О.В., Дубских А.И., Бутова А.В., Зеркина Н.Н.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: olesja-kisel@rambler.ru

Данная статья посвящена описанию проблем в работе с лексикой на занятиях иностранного языка в неязыковом вузе на примере Магнитогорского государственного технического университета им Г.И. Носова. Целью данной статьи является рассмотрение вопроса обучения лексике студентов неязыкового вуза. Актуальность данного исследования обусловлена изменением требований к будущему специалисту, который должен владеть хотя бы одним иностранным языком для успешной коммуникации в различных сферах. Новизна исследования заключается в комплексном описании проблем, связанных с обучением иноязычной лексике. Освоение иноязычной лексики – это один из самых проблематичных аспектов в практике обучения иностранного языка. Уровень сформированности лексических навыков является залогом успешной коммуникации, как в бытовой, так и профессиональных сферах деятельности. В работе рассмотрены этапы формирования лексических навыков, которые включают в себя ознакомление, тренировку и практику. Авторы попытались описать методические приемы для каждого этапа в курсах «Иностранный язык», «Иностранный язык в профессиональной деятельности», «Деловой иностранный язык». Авторы сделали акцент на изучение фразеологизмов и терминов на втором годе обучения студентов неязыковых специальностей. Основные выводы, к которым пришли авторы, заключаются в том, что использование упражнений различного характера, правильный подбор лексического материала и учебно-методических пособий, а также систематизированный контроль способствуют высокому уровню мотивации изучения иностранного языка, а также последующему развитию коммуникативных навыков.

Ключевые слова: иноязычная лексика, метод, лексические навыки, коммуникация, иностранный язык, профессиональная коммуникация

PROBLEMS OF TEACHING VOCABULARY THE STUDENTS OF NONLINGUISTIC SPECIALTIES AT NMSTU

Kisel O.V., Dubskikh A.I., Butova A.V., Zerkina N.N.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: olesja-kisel@rambler.ru

This article is devoted to the description of problems on working with the vocabulary in foreign language classes at a non-linguistic university on the example of the Nosov Magnitogorsk State Technical University. The purpose of this article is to consider the issue of teaching the vocabulary the students at non-linguistic university. The relevance of this study is due to the changing application requirements to a future specialist, who must know at least one foreign language for successful communication in various fields. The novelty of the study is a comprehensive description of the problems associated with teaching the foreign language vocabulary. The improvement and development of the foreign language vocabulary is one of the most problematic aspects in practice of teaching a foreign language. The level of formation the lexical skills is the key to a successful communication, both in everyday and professional spheres. The paper deals with the stages of formation the lexical skills, which include getting to know, training and practice. The authors tried to describe the methodological techniques for each stage in the courses «Foreign Language», «Foreign Language in Professional Activity», «Business Foreign Language». The authors have also focused on the study of phraseological units and terms in the second year of study of students at non-linguistic specialties. The main conclusions made by the authors are the use of exercises of different character, the correct selection of lexical material and teaching textbooks, as well as a systematic control, contribute to a high level of a motivation to learn a foreign language, as well as the subsequent development of communication skills.

Keywords: foreign language vocabulary, method, lexical skills, communication, foreign language, professional communication

Условия современного общества во многих областях, таких как экономика, техника, политика, требуют от будущего специалиста владение иностранным языком, который является несомненным конкурентоспособным преимуществом при поступлении на работу.

Актуальность работы с аутентичной литературой не вызывает сомнений, так как результаты современных исследований в сфере науки и техники зачастую печатаются на иностранных языках. При этом интеграция в мировую научную парадигму невозможна без знания хотя бы одного иностранного языка.

Овладение лексикой иностранного языка является трудным и многогранным процессом, как для преподавателя, так и для студента в неязыковом вузе. Минимальный вокабуляр студента приводит к тому, что он теряет мотивацию в процессе обучения и, как следствие, желание строить иноязычную коммуникацию, поэтому работа над лексическим аспектом изучения иностранного языка является основной задачей в курсе «Иностранный язык».

Мотивация в процессе обучения иностранному языку является основой успешного овладения всеми аспектами языка, данный принцип относится и к изучению иноязычной лексики. Во главе угла стоят потребности самого студента, без них нет активной деятельности, так как не определена цель овладения иностранным языком и пополнения вокабуляра.

Преподаватель всегда должен давать студентам новые впечатления, побуждать их к познанию нового. В данном случае правомерно говорить о познавательной мотивации.

Именно данный вид мотивации позволяет повысить эффективность учебно-познавательной деятельности и дает возможность проявить индивидуальные творческие способности посредствам творческого мышления.

Для бакалавров технических специальностей согласно Федеральному государственному образовательному стандарту основополагающим является формирование коммуникативной компетенции, в основе которой лежит решение практических задач, направленное на активное участие в межкультурном общении, связанное с академической, профессиональной сферами деятельности.

Однако дефицит часов, отведенных на дисциплину «Иностранный язык», приводит к поиску и разработке новых приемов и средств обучения для преодоления данной проблемы.

Снижение результатов обучения лексике студентов неязыковых вузов основано на ряде противоречий:

– диссонанс между увеличением спроса на специалистов с иноязычными компетенциями и уровнем и качеством подготовки;

– недостаточность хорошо разработанных методик обучения профессионально-ориентированной лексике, хотя количество исследований в данной области довольно высоко.

Решение данных противоречий следует начинать с оптимизации процесса обучения иноязычной лексике с привлечением современных образовательных технологий.

Общекультурная компетенция, включающая в себя такие компоненты, как коммуникативный, когнитивный, межкультурный и дискурсивный, является облигаторной при подготовке бакалавров, специалистов и магистров в неязыковом вузе в курсах «Иностранный язык», «Иностранный язык в профессиональной деятельности», «Деловой иностранный язык», где главенствующая роль отдана освоению иноязычной лексики.

Правильно сформированные лексические навыки являются гарантией успешной иноязычной коммуникации, нарушение же лексических норм ведет к разрушению семантической структуры речи и, как следствие, к проблемам в общении на иностранном языке.

Дифференцированный подход является продуктивным при введении иноязычной лексики. Принципы наглядности, доступности, сознательности, активности, посильности, систематичности, принцип связи теории и практики, являющиеся общедидактическими, составляют базис методики овладения иноязычной лексикой [1].

Цель данного исследования заключается в теоретическом обосновании и описании практического применения основных методик и инструментов обучения лексике в неязыковом вузе.

«Изучение вопросов, связанных с обучением иноязычной лексике в неязыковом вузе, представляет очевидный интерес для преподавателя любого иностранного языка, особенно на начальной ступени его изучения в высшей школе» [2].

Материалы и методы исследования

– анализ отечественной и зарубежной литературы в области лингвистики, лингводидактики, методики обучения иноязычной лексике;

– ознакомление с опытом обучения иноязычной профессионально-ориентированной лексике на неязыковых факультетах и обобщение собственного опыта;

– критический анализ учебных материалов, используемых при обучении иноязычной лексике для студентов неязыковых специальностей.

Результаты исследования и их обсуждение

В Магнитогорском государственном техническом университете им Г.И. Носова, как и в большинстве неязыковых вузов, на первом годе обучения в курсе «Иностранный язык» основное внимание уделяется введению бытовой и общенаучной лексики, на втором годе обучения бакалавров и специалистов в курсе «Иностранный язык в профессиональной деятельности» и в курсе магистров «Деловой иностранный язык» изучается деловая и профессионально-ориентированная лексика.

Учебный материал для студентов технического вуза сформирован по следующим принципам:

1) предтекстовые лексические упражнения;

2) тексты различной тематики;

3) послетекстовые лексические упражнения.

Общепринятыми являются следующие методы обучения лексике:

1) метод заучивания слов до чтения текста (грамматико-переводной);

2) метод запоминания слов в контексте (текстуально-переводной);

3) метод усваивания слов без перевода на основе языковой догадки (прямой метод);

4) метод запоминания слов на основе словообразовательных признаков (сознательно-сопоставительный) [3].

Формирование лексических навыков проходит поэтапно: ознакомление, тренировка, практика.

Как показал критический анализ учебно-методических пособий, разработанных преподавателями иностранного языка МГТУ, весь учебный материал обучения лексике можно разделить на:

– первичное введение лексики (студенты знакомятся с графическим и звуковым образом нового иноязычного слова, а также с семантическими особенностями употребления);

– беспереводное введение лексики (данный способ очень продуктивный, так как, с одной стороны, повышает заинтересованность студентов в изучаемой теме, с другой, повышается мотивация к изучению иностранного языка).

– вербальный способ введения иноязычной лексики (данный способ активно используется преподавателями на втором годе обучения в курсах «Иностранный язык в профессиональной деятельности», «Деловой иностранный язык», так как он предполагает использование дефиниций, синонимов и описывает явления, характерные для будущей профессиональной сферы).

В современных условиях студент при овладении иноязычной лексикой должен не просто механически заучивать слова без контекста, а уметь самостоятельно изучать новые иноязычные слова. Для преподавателя важно научить студентов запоминать слова с устойчивой связью зрительного образа и словесным обозначением. При таком подходе происходит непосредственное понимание иноязычной речи, а образы, связанные с данным понятием, возникают автоматически. В ином случае студент забудет слова и не будет их активизировать при коммуникации [4].

Условно-коммуникативные упражнения обеспечивают этап тренировки, в котором предусмотрены задания создания речевой ситуации или создание собственного толкования слов. Упражнения данного типа подходят для овладения бытовой лексикой в курсе «Иностранный язык».

В курсе «Деловой иностранный язык» для освоения иноязычной лексики используются коммуникативные упражнения, профессиональные дискуссии, составление аннотаций к текстам и т.д. Данный тип лексических упражнений предполагает большую вовлеченность студентов в процесс, что приводит к непроизвольному запоминанию языкового материала.

В курсе «Иностранный язык в профессиональной деятельности» основное внимание уделено работе над аутентичными текстами и систематизацией лексического материала, который студенты собирают в соответствии с их профессиональным направлением. Данный вектор работы выбран не случайно, так как собранный вокабуляр поможет будущим специалистам не только в написании курсовых и дипломных проектов, но также послужит фундаментом для дальнейшей иноязычной профессиональной коммуникации.

Работу над иноязычной лексикой следует разделять согласно характеру владения языком:

Рецептивное владение иностранным языком (понимание иноязычной речи в письменной и устной форме):

– определение исходной формы слова и нахождение значения в словаре;

– определение значения лексической единицы без словаря по словообразовательным признакам;

– запоминание и узнавание в тексте грамматических форм и конструкций;

– узнавание порядка слов в предложении;

– знание общеупотребительных глаголов и фразовых глаголов;

– знание служебных слов.

Репродуктивное владение иностранным языком (пользование языком для выражения мыслей в устной и письменной форме):

– употребление определенного значения слова в контектсте;

– знание ключевых слов по определенным темам;

– умение пользоваться лексикой в основных грамматических категориях;

– умение составлять и использовать в речи различные типы вопросов;

– составление монологов по определенной теме с использованием новых иноязычных слов;

– умение делать перевод с русского на иностранный язык учебных материалов по изучаемым темам.

При работе над лексикой языка нельзя обойти такое языковое явление, как фразеология. Изучение данного пласта лексики в неязыковом вузе носит опосредованный характер, так как студентам технических специальностей трудно воспринимать и запоминать фразеологизмы. Технический склад ума и отсутствие «чувства языка» являются причиной осложнения восприятия данных языковых единиц.

Фразеологизмы должны быть в активном словарном запасе, так как лингвокультурологическая информация, заключенная в данных языковых единицах, несет представление о стране изучаемого языка, истории и культуре народа, трудовой деятельности и окружающем мире. Основная функция присущая фразеологизмам – это придание языку выразительности, красочности, а также выражение жизненно необходимых понятий [5].

Развитие общекультурных компетенций предполагает, что студенты неязыковых специальностей знают, умеют и владеют не только общей и профессиональной лексикой, которая является искусственной и упрощенной, но и способны использовать для коммуникации коннотативно-окрашенные языковые явления, которые могут выражать эмоции, оценку и экспрессию.

Для продуктивной работы над фразеологизмами студенты находят значение с помощью толковых словарей, составляют картотеку, классифицируют данные лексические единицы.

В курсе «Иностранный язык в профессиональной деятельности» работа над лексикой осложнена введением технических терминов. Обучение терминологии студентов неязыкового вуза является одной из главных задач, так как цель курса – это практическое использование иностранного языка в профессиональной деятельности [6].

Современные условия требуют от будущего специалиста владения в большом объеме не только профессиональными навыками, но и терминологической культурой, которая помогает успешной коммуникации в профессиональной деятельности [7].

На втором годе обучения в курсе «Иностранный язык в профессиональной деятельности» активно изучается терминологическая лексика, связанная с будущей профессией студента. При анализе учебников и методических пособий мы пришли к выводу, что существуют серьезные трудности:

– отсутствие современных иноязычных источников для каждой отрасли технических дисциплин;

– нет общих методических рекомендаций при обучении иноязычной терминологии;

– «в используемых учебниках отсутствуют наиболее общие сведения из области терминоведения как научно-прикладной лингвистической дисциплины, изучающей семантическую природу, грамматическую организацию и законы функционирования терминов» [8].

Чтобы преодолеть данные трудности следует правильно выбирать профессионально-ориентированную лексику, разрабатывать узкоспециальные учебно-методические пособия, с хорошим наглядным материалом. Данный подход поможет преподавателю развить профессиональные компетенции будущего специалиста и постоянно поддерживать высокий уровень мотивации и интереса к курсу «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

Выводы

Итак, основная задача преподавателя в неязыковом вузе – при непрерывном и длительном изучении иностранного языка научить студента выстроить коммуникацию с носителями языка в различных сферах деятельности, а также выражать свое мнение и отношение к различным явлениям действительности в устной и письменной формах.

При данных условиях главенствующую роль играет аспект обучения иноязычной лексике.

Принципами овладения иноязычной лексикой, улучшающими качество знаний, поддерживающими мотивацию студентов на высоком уровне, развивающими познавательные интересы, являются:

– правильный подбор лексического материала;

– грамотный выбор учебно-методических пособий;

– различные методики узнавания и запоминания иноязычных слов;

– градация упражнений «от простого к сложному»;

– запоминание лексики в контексте;

– разработка мер для постоянного повторения изученной лексики;

– использование новых слов в речи.

При правильном подходе к изучению иностранного языка студент осознает, что сам является строителем процесса коммуникации, а слова – это лишь средство для успешного общения с носителем языка в любой сфере жизни.

Список литературы

1. Kisel O.V., Dubskikh A.I., Lomakina Y.A., Butova A.V., Potrikeeva E.S. Differentiated approach as a factor on development of students'professional communicative competence. Amazonia Investiga. № 8 (19). P. 287–297.

2. Мохова О.Л., Назарова Н.Б., Соколовская М.А., Башеров О.И. Обучение иноязычной лексике в неязыковом вузе // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 2. [Электронный ресурс]. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28780 (дата обращения: 09.07.2019).

3. Дигтяр О.Ю. Организация лексического материала и его усвоения как фактор, соопределяющий эффективность обучения иностранному языку: английский язык, средняя ступень школьного обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Владимир, 2009. 23 с.

4. Березовская М.В. Методы и приемы обучения лексике в неязыковом вузе = Methods and techniques of vocabulary teaching // Инновации в системе непрерывного технического образования: материалы республикан. науч.-практ. конф. (Минск, 29–30 мая 2014 г.) / Под ред. Б.М. Хрусталева, В.Л. Соломахо. Минск: Изд-во БНТУ, 2014. С. 65–66.

5. Кисель О.В. Обучение чтению на основе профессионально-ориентированных текстов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. Т. 2. С. 380–381.

6. Милотаева О.С. Усвоение общетехнической и специальной лексики в процессе преподавания иностранного языка в техническом вузе // Молодой ученый. 2015. № 7. С. 824–827.

7. Джандалиева Е.Ю. Обучение специальной лексике на занятии по английскому языку в техническом вузе // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). С. 51–53.

8. Котельникова Е.Ю., Шпортько И.А. К вопросу об обучении иноязычной лексике в техническом вузе // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики. 2016. № 1. С. 117–126.

УДК 796.01:159.9

ВЛИЯНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРЕЛКА НА ЕГО ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВО ВРЕМЯ СТРЕЛЬБЫ

Кудрявцев Р.А., Тимошенко Л.И., Кособлик Е.В., Гуц С.И.

Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России, Ставрополь, e-mail: lit-545@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы влияния психологической подготовки стрелка на результаты стрельбы и методика формирования правильного психологического состояния. Предложены варианты формирования и управления психологическим состоянием стрелка в процессе учебных занятий с учетом его индивидуальных особенностей. Указанная методика воздействия на обучаемых позволяет более правильно, эффективно и быстро достигать поставленных целей. Обращено внимание на то, что психологическое состояние стрелка, сотрудника должно способствовать самостоятельно справляться с негативными эмоциями и не допускать их проявления в стрессовых ситуациях, наступающих во время ответственных стрельб или при условиях огневого контакта. Зачастую нервозное и возбужденное состояние мешает правильно сосредоточиться и добиться желаемого результата спортсмену на соревнованиях. Физические действия стрелка при наличии психологических ошибок практически одинаковы, что затрудняет распознавание ошибки, а это необходимо, так как пути устранения этих ошибок различны. Психологическая ошибка «производство выстрела» предупреждается у начинающего стрелка путем многократных тренировок «вхолостую», а также путем достаточного повторения необходимых стрелковых упражнений в неограниченное время. До тех пор, пока у стрелка не «замоторится» алгоритм правильных, последовательных действий с оружием. Выявить и устранить наличие психологической ошибки «производство выстрела» у стрелка можно. В статье приведены практические наработки по данному вопросу и сделаны выводы о возможностях изменения психологического состояния стрелков путем применения специальных упражнений и методик. Разнообразие применения данных методик позволяет изменить психологическое состояние стрелка и добиться желаемого результата на тренировках и соревнованиях.

Ключевые слова: психологическое состояние стрелка, психологическая подготовка стрелка, психологические ошибки: «производство выстрела» и «ожидание выстрела», индивидуальные особенности стрелка

INFLUENCE OF SPECIFIC FEATURES OF THE SHOOTER ON ITS PSYCHOLOGICAL STATE DURING FIRING

Kudryavtsev R.A., Timoshenko L.I., Kosoblik E.V., Guts S.I.

Stavropol branch of the Krasnodar University Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Stavropol, e-mail: lit-545@yandex.ru

In article questions of influence of psychological training of the shooter on results of firing and a technique of formation of the correct psychological state are considered. Options of formation and management of psychological state of the shooter in the course of studies taking into account his specific features are offered. The specified technique of impact on trainees allows more correctly, effectively and quickly to achieve goals. The attention that psychological state of the shooter, the employee has to promote independently is paid, cope with negative emotions and not allow their manifestation in the stressful situations coming during responsible firing practice or conditions of fire contact. Often the nervous and excited state prevent to concentrate and achieve correctly desirable result to the athlete at competitions. Physical actions of the shooter in the presence of psychological mistakes are almost identical that complicates recognition of a mistake, and it is necessary as ways of elimination of these mistakes are various. The psychological mistake «production of a shot» is warned at the beginning shooter by repeated trainings «empty» and also by sufficient repetition of necessary shooting exercises in unlimited time. Until at the shooter the algorithm of the correct, consecutive actions with weapon does not «zamotoritsya». It is possible to reveal and eliminate existence of a psychological mistake «production of a shot» at the shooter practical practices on the matter are given In article and conclusions are drawn on opportunities of change of psychological state of shooters by application of special exercises and techniques. A variety of application of these techniques allows to change psychological state of the shooter and to achieve desirable result at trainings and competitions.

Keywords: psychological state of the shooter, psychological training of the shooter, psychological mistakes: «production of a shot» and «expectation of a shot», specific features of the shooter

Научить человека стрелять из стрелкового оружия несложно, но подготовить из начинающего стрелка стрелка-спортсмена или сотрудника, уверенного, владеющего оружием в условиях огневого контакта, дело непростое. Очень большую роль в данной работе играет психологическая подготовка стрелка.

Цель исследования: влияние индивидуальных особенностей стрелка на его психологическое состояние во время стрельбы. При повышении уровня подготовки стрелка изменяется влияние его психологической подготовки на результаты стрельбы и методика формирования психологического состояния. При первоначальном обучении психологическая подготовка направлена на формирование необходимого психологического состояния стрелка с целью недопущения или преодоления стрелковых ошибок.

При дальнейшем развитии стрелка, когда необходимо формировать навыки тактико-огневой подготовки, в зависимости от предстоящих задач, психологическая подготовка помогает воспитывать необходимые умения и навыки и занимает важное место в подготовке стрелка.

Материалы и методы исследования

Психологическая подготовка в первую очередь помогает стрелку управлять своими эмоциями. Эмоции, которые приносят пользу, необходимо развивать (прилив энергии, эмоциональный подъём, уверенность в себе, обострение чувств). Негативные эмоции необходимо гасить (переживание неудачи, чувство робости, упадок сил, неуверенность, боязливость, излишняя возбужденность, самоуверенность).

Результаты исследования и их обсуждение

Психологическое состояние стрелка во время стрельбы проявляется разными эмоциями. Иногда стрелком овладевают чувства подъема сил, решительности, радости, приподнятого настроения, иногда – упадка сил, подавленности, замкнутости, неуверенности. На одном занятии он может быть спокойным и уверенным, на другом тревожным, несобранным, зажатым. Стрелок подвержен различным психо-эмоциональным состояниям во время занятий в зависимости от его темперамента, личных качеств и совместной работы стрелка и преподавателя (инструктора) по созданию правильного психологического состояния для стрельбы.

Эмоциональные проявления очень сильно влияют на качество стрельбы. Эмоциональное состояние стрелка оказывает воздействие на мелкую моторику, двигательную активность, восприятие и контроль своих действий, а также способность анализировать произошедшее. Те или иные эмоциональные состояния проявляются у стрелков из-за внутренних процессов и окружающей внешней обстановки в преддверии или во время тренировки, а также в соответствии с личностью стрелка.

Положительные эмоции, которые необходимо развивать, мобилизуют организм на правильную работу, способствуют правильному восприятию происходящего, контролю и анализу своих действий и результатов. Негативные эмоции, с которыми необходимо бороться до полного их исчезновения, вводят стрелка в состояние стресса, излишней напряженности, повышенной возбудимости, вследствие чего нарушаются зрительное восприятие, тактильная чувствительность, способность анализировать происходящее. Если у стрелка во время стрельбы преобладают негативные эмоции, то ему присущи психологические ошибки: «производство выстрела» и «ожидание выстрела».

«Производство выстрела» – это психологическая ошибка, которая заключается в следующем: стрелок подсознательно, а иногда и мысленно подает себе команду на выстрел. Наличие этой психологической ошибки у стрелков приводит к разным физическим действиям, приводящим к уводу оружия с линии прицеливания:

– внутренняя подготовка к выстрелу (напряжение всего организма, верхнего плечевого пояса, кивание головой, втягивание головы в плечи, закрывание глаз и т.д.);

– сжатие оружия перед выстрелом;

– резкое надавливание или дергание спускового крючка (попытка подлавливания точки прицеливания или ненадлежащий контроль над движением указательного пальца [1].

«Ожидание выстрела» – это психологическая ошибка, которая заключается в следующем: стрелок подсознательно, а иногда и осознанно подает себе команды на какие-либо действия во время выстрела. Некоторые стрелки реагируют на провал спускового крючка при срабатывании ударно-спускового механизма, некоторые на отдачу оружия, некоторые на звук выстрела. Скорость реакции человека очень велика и некоторые стрелки успевают увести оружие с линии прицеливания до выхода пули из канала ствола даже при ведении огня одиночными выстрелами, не говоря об автоматическом огне. Наиболее характерные физические проявления этой ошибки:

– резкое одергивание пальца со спускового крючка после выстрела (приводит к дерганию кисти и оружия);

– сжатие оружия в момент выстрела;

– закрывание обоих глаз во время выстрела;

– кивание головой, моргание, напряжение верхнего плечевого пояса и т.д.

Физические действия стрелка при наличии психологических ошибок практически одинаковы, что затрудняет распознавание ошибки, а это необходимо, так как пути устранения этих ошибок различны. Психологическая ошибка «производство выстрела» предупреждается у начинающего стрелка путем многократных тренировок «вхолостую», а также путем достаточного повторения необходимых стрелковых упражнений в неограниченное время, пока у стрелка не «замоторится» алгоритм правильных, последовательных действий с оружием. Выявить и устранить наличие психологической ошибки «производство выстрела» у стрелка можно следующими способами:

– контроль действий стрелка по командам «вхолостую» в неограниченное время и на время (наличие физических ошибок говорит о недостаточности или непонимании обучаемым значимости тренировок «вхолостую);

– работа с гильзой, установленной на оружии;

– заряжание оружия преподавателем (инструктором) или использование боевых и холостых патронов, обучаемый не знает, произойдет выстрел или нет, тем самым дает возможность себе, преподавателю (инструктору) и другим обучаемым увидеть наличие или отсутствие ошибок;

– видеосъемка работы обучаемого с оружием на время «вхолостую» и со стрельбой, с последующим просмотром и обсуждением.

Устранить психологическую ошибку «ожидание выстрела» можно следующими приемами:

– психологическое расслабление обучаемого (выявление и устранение причин держащих стрелка в напряжении);

– использование вперемежку боевых и холостых патронов;

– психологическое воздействие на стрелка во время производства выстрела (стрелок выполняет последовательность действий: прицеливание и нажатие на спусковой крючок, а преподаватель (инструктор) задает ему простые вопросы, тем самым отвлекая его) [2].

В огневой подготовке постоянно изучаются и применяются различные способы борьбы с негативными эмоциями стрелка во время стрельбы. Основными проявлениями негативных эмоций стрелка являются «производство выстрела» и «ожидание выстрела». Эффективно бороться с негативными эмоциями позволяет изучение и использование индивидуальных особенностей стрелка во время тренировочного процесса.

Преподавателю (инструктору) необходимо определить индивидуальные особенности каждого стрелка и каким образом они влияют на работу стрелка с оружием [3].

Самой распространенной негативной особенностью стрелка является закрепощенность или излишнее напряжение. Вследствие чего возникают следующие проявления: неуклюжесть движений, скованность спины и верхнего плечевого пояса, неправильное положение головы, чрезмерное сжатие оружия, снижение тактильной чувствительности, неправильное визуальное восприятие прицельных приспособлений и мишенной обстановки. Противоположной особенностью является излишняя возбужденность, которая не позволяет стрелку соблюдать правильный алгоритм действий на рубеже и анализировать произошедшее. Справиться с данными проблемами помогут идеомоторная и аутогенная тренировки. Идеомоторная тренировка развивает у стрелка способность выполнять алгоритм правильных действий в той или иной ситуации работы с оружием. Посредством идеомоторной тренировки стрелок приобретает необходимые навыки умелого обращения с оружием. Самым явным проявлением идеомоторной тренировки является работа с оружием «вхолостую». Аутогенная тренировка – это психологическое воздействие на стрелка для приобретения им необходимого состояния для стрельбы или борьбы с негативными эмоциями. Аутогенная тренировка может проводиться в любое удобное время не только на стрелковых тренировках, но и вне их. Стрелка обучают методикам самостоятельной аутогенной тренировки с целью борьбы с негативными эмоциями, характерными для него [4].

Следующей по распространенности негативной особенностью стрелка является боязнь звука выстрела. Определить эту особенность не сложно – стрелок вздрагивает, моргает, пугается, даже когда стреляет не сам, а просто слышит звуки выстрела. С опытом у большинства стрелков появляется привыкание к звуку выстрела и негативные эмоции, проявляющиеся при этом, исчезают. Некоторые стрелки, которые особо остро воспринимают звуковые эффекты, не в состоянии самостоятельно преодолеть эту проблему, даже имея большой настрел. Оказать помощь стрелку в решении данной проблемы можно несколькими способами:

– использование беруш или наушников с разными уровнями шумоподавления;

– выполнение упражнений и задач без стрельбы вблизи огневого рубежа;

– корректирующая беседа с обращением внимания на поведение опытных стрелков при выстрелах и сравнением выстрела с другими резкими шумами;

– личный пример преподавателя (инструктора).

Менее распространенными, но сильно влияющими на качество работы с оружием, негативными индивидуальными особенностями стрелка являются: боязнь зрительного восприятия вспышки выстрела и боязнь физического ощущения отдачи оружия [5].

Боязнь зрительного восприятия вспышки выстрела встречается у стрелков, способных к более острому визуальному восприятию происходящего либо мысленно дорисовывающих различные картинки. Выражается данная особенность в основном следующими физическими проявлениями: стрелок за-

жмуривается перед выстрелом, изменяется мимика лица, может напрягаться верхний плечевой пояс. Избавляться от данной проблемы можно следующими способами:

– использование стрелковых очков, у стрелка появляется чувство защищенности органов зрения;

– видеосъемка действий стрелка с последующим просмотром;

– наблюдение стрелком за стрельбой других стрелков с такой же негативной особенностью;

– наблюдение стрелком за стрельбой опытных стрелков.

Боязнь физического ощущения отдачи оружия встречается у стрелков, которые думают, что оружие в момент выстрела вырвется из рук либо нанесет травму. Проявляется данная особенность в следующем: стрелок сжимает оружие перед выстрелом, напрягает верхний плечевой пояс, вследствие чего оружие уходит с линии прицеливания. Решать данную проблему необходимо следующими способами:

– при правильном положении для стрельбы и удержании оружия путем механического воздействия на незаряженное оружие показать стрелку, что отдача оружия не имеет большой энергии, как он себе представляет;

– стрельба из оружия разных калибров, начиная с пневматики;

– стрельба из различных положений, с использованием упоров, с одной руки, с двух рук;

– стрельба при наличии одного патрона в магазине, стрелок понимает, что оружие после выстрела больше не выстрелит ни при каких условиях и спокойней работает на огневом рубеже. Данный прием достаточно эффективно помогает бороться со многими негативными индивидуальными особенностями стрелка.

Изменения в психологическом состоянии стрелка проявляются: изменениями осанки, мимики, жестов, движений, дыхания, речи. Наилучшее психологическое состояние стрелка выражается: в чувстве подъема сил, в уверенности в себе, в способности выполнить правильный алгоритм действий с оружием, нацеленности на необходимый результат [6].

Преподаватель (инструктор), изучая стрелков, должен рекомендовать каждому из них определенную последовательность работы по подготовке к стрелковой тренировке и в ходе стрелковой тренировки с целью постоянной борьбы с негативными эмоциями и развитием положительных эмоций, учитывая индивидуальные особенности каждого стрелка. Процесс изучения индивидуальных особенностей стрелков преподавателем (инструктором) проводится постоянно [7]. Данная работа позволяет преподавателю (инструктору) более тщательно изучить конкретного стрелка, с которым проводится обучение в данный момент, и более качественно влиять на его становление, а также накопить опыт для работы с последующими обучаемыми. Преподаватель (инструктор), опираясь на полученный опыт, должен, учитывая индивидуальные особенности стрелка, предугадывать возможные негативные эмоции, с которыми столкнется стрелок, и предпринимать меры к их своевременной нейтрализации [8].

Добившись необходимых результатов в работе обучаемых с оружием во время учебных занятий, необходимо формировать способность стрелков работать с оружием в условиях стресса. Условия огневого контакта, соревнования или контрольные стрельбы всегда оказывают на стрелка дополнительное психологическое воздействие. Стрелки в зависимости от своего характера или индивидуальных особенностей по-разному проявляют себя в стрессовых ситуациях, что в свою очередь оказывает сильное влияние на результаты стрельбы. Проводя контрольные стрельбы, вовлекая стрелков в различные соревнования или отрабатывая элементы тактико-огневой подготовки, преподаватель (инструктор) должен наблюдать за изменениями психологического состояния стрелков и возникающими у них негативными эмоциями на фоне стрессовых ситуаций. Анализируя полученную информацию, преподаватель (инструктор) своевременно вносит коррективы в учебный процесс и дает рекомендации обучаемым, для достижения необходимых результатов в работе с оружием [9].

Правильное психологическое состояние для стрельбы или выполнения тактико-огневых задач формируется совместно с формированием необходимых волевых качеств. Сила воли позволяет стрелку бороться негативными эмоциями и развивать положительные эмоции. Без развития волевых качеств нельзя ждать от стрелка или сотрудника хороших результатов в стрельбе или необходимых правильных действий в условиях огневого контакта. Во время учебных занятий преподаватель (инструктор) находится рядом со стрелком и помогает ему в процессе обучения. Но на огневом рубеже во время соревнований, а тем более в условиях огневого контакта преподавателя (инструктора) рядом нет. Поэтому основная задача преподавателя (инструктора) научить стрелка посредствам приобретенных знаний, умений, навыков и волевых

качеств решать стрелковые и тактико-огневые задачи самостоятельно. Необходимые волевые качества формируются у стрелка в процессе учебных занятий посредством выполнения нормативов, упражнений, контрольных стрельб, различных тактико-огневых задач. Последовательность выполнения, напряженность и количество заданий подбирается для каждого стрелка индивидуально в зависимости от его индивидуальных особенностей. Результатом данной работы должна стать способность стрелка, сотрудника самостоятельно справляться с негативными эмоциями и не допускать их проявления в стрессовых ситуациях, наступающих во время ответственных стрельб или при условиях огневого контакта.

Заключение

Обучение стрельбе в составе группы без учета индивидуальных особенностей стрелка проводится повсеместно. Данная схема обучения дает свои положительные плоды при обучении стрельбе больших групп стрелков, но без учета индивидуальных особенностей стрелка или затягивается время обучения или не все стрелки достигают необходимого уровня подготовки. Только правильное и своевременное влияние на эмоциональное состояние стрелка, формирование его волевых качеств с учетом его индивидуальных особенностей позволяют подготовить высококвалифицированного стрелка или сотрудника уверенного выполняющего тактико-огневые задачи.

Список литературы

1. Кудрявцев Р.А., Тимошенко Л.И., Тарасов В.А. Особенности психологического воспитания начинающих стрелков // Проблемы современного педагогического образования. 2017. № 56–1. С. 330–338.

2. Кудрявцев Р.А., Тимошенко Л.И., Рыжов А.В. Психологические причины и педагогические приемы устранения стрелковых ошибок // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 58–3. С. 150–154.

3. Рабазанов С.И., Трепалин В.А. Формирование навыков владения табельным оружием в образовательных организациях МВД России // Человеческий капитал. 2017. № 2 (98). С. 54–55.

4. Рабазанов С.И., Лопатин Е.А. Особенности обучения дисциплине «огневая подготовка» лиц, впервые принимаемых на службу в МВД России // Человеческий капитал. 2017. № 5 (101). С. 81–84.

5. Давиденко А.И. Применение инновационных форм и методов обучения курсантов и слушателей действиям с оружием в различных моделируемых ситуациях // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2011. № 4 (14). С. 43–44.

6. Карабаш Д.В. Готовность курсантов вузов МВД России к работе, направленной на безопасность личности в современных условиях: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Краснодарский государственный университет культуры и искусств. 2011. С. 143–149.

7. Бондарев А.В. Особенности подготовки сотрудника ОВД к применению огнестрельного оружия и физической силы // Проблемы современного общества и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции. Кубанский государственный университет. 2017. С. 339–344.

8. Якоб А.А. Психологическая адаптация стрелков к соревновательной обстановке // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2015. № 3 (29). С. 87–89.

9. Якоб А.А. Тренировка для развития специальной выносливости стрелка: материалы XVIII Международной научно-практической конференции: в 2-х т. 2016. С. 141–144.

УДК 372.881.161.1

ПРОБЛЕМА УСВОЕНИЯ МЕСТОИМЕНИЙ МЛАДШИМИ ШКОЛЬНИКАМИ

Николаева Е.А.

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: Nauka_rabota@inbox.ru

В статье рассматриваются подходы лингвистов к трактовке сути и морфологического статуса местоимений в русском языке. Подчеркивается, что местоимения составляют достаточно неоднозначную категорию слов в системе частей речи русского языка, что позволяет ученым высказывать различные точки зрения относительно статуса местоименных слов. Анализ речи детей дошкольного и младшего возраста позволяет отметить различные речевые ошибки и недочеты в употреблении слов рассматриваемой части речи. Для установления причин этих затруднений необходимо уделить внимание вопросу овладения местоимениями в речевом онтогенезе. В статье представлен анализ источников, рассматривающих особенности употребления местоименных слов дошкольниками и младшими школьниками: описаны наиболее распространенные ошибки в употреблении слов данной части речи, установлены некоторые причины этих ошибок. Помимо теоретического анализа литературы в статье представлены результаты исследования особенностей овладения материалом о местоимениях младшими школьниками, которые свидетельствуют о том, что в целом учеников интересует материал о местоимении, однако у большинства обучающихся возникают трудности в практическом употреблении местоимений; дети не осознают значения слов данной части речи, что указывает на необходимость работы в этом направлении.

Ключевые слова: местоимение, части речи, младшие школьники, русский язык, методика обучения русскому языку

TO A PROBLEM OF MASTERING PRONOUNS YOUNGER SCHOOLCHILDREN

Nikolaeva E.A.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, e-mail: Nauka_rabota@inbox.ru

The article discusses the approaches of linguists to the interpretation of the essence and morphological status of pronouns in the Russian language. It is emphasized that pronouns constitute a rather ambiguous category of words in the system of parts of the Russian language speech, which allows scientists to express different points of view regarding the status of pronominal words. Analysis of the speech of children of preschool and younger age makes it possible to note various speech errors and omissions in the use of pronouns. In order to find out the causes of these difficulties, it is necessary to consider the issue of mastering pronouns in speech development. The article presents an analysis of sources that consider the peculiarities of the use of pronominal words by preschool children and younger students: the most common mistakes in the use of words in this part of speech are described, some reasons for these mistakes are established. In addition to the theoretical analysis of the literature, the article presents the results of a study of the characteristics of the mastery of the material on pronouns by younger students. The results of an experimental study indicate that students are interested in material about pronouns, but most students have difficulty in the practical use of pronouns; children are not aware of the meaning of the words in this part of speech, which indicates the need to work in this direction.

Keywords: pronoun, parts of speech, younger schoolchildren, Russian, technique of training in Russian

В последние годы все большее внимание лингвистов привлекает так называемый «человеческий фактор» в языке и речи, «антропологическая лингвистика». Разрабатываемая в последнее время лингвистическая интерпретация коммуникативного подхода к слову, включение когнитивной лингвистики в сферу внимания лингвистов «ментальных» основ понимания речи открывают дорогу принципиально новым подходам к изучению речи, и в частности – детской речи. Местоимения, связь которых с «человеческим фактором» с очевидностью определяется самой их сущностью, играют в исследованиях последних лет особую роль.

Наше исследование посвящено изучению особенностей овладения материалом о местоимениях младшими школьниками. Теоретической базой исследования являются работы В.В. Виноградова, А.Н. Гвоздева, Л.Я. Маловицкого, А.М. Пешковского, С.Н Цейтлин и других лингвистов.

Проблема местоимений является достаточно важной и сложной проблемой в курсе грамматики. Лингвисты по-разному трактуют статус ряда местоимений, их место в ряду частей речи русского языка, численность этого лексико-грамматического разряда. Относительно определения местоимения в лингвистике нет единого мнения.

Анализ разнородности грамматических категорий слов этой группы позволяет определить их как часть речи, указывающую на предметы, признаки и количество, но не называющую их. В то же время именно многообразие морфологических и синтаксических характеристик местоимений стало основанием для отказа в рассмотрении этих

слов в качестве самостоятельной части речи и отнесению их к именам существительным, именам прилагательным, числительным, наречиям [1–3].

В.В. Виноградов говорил «о грамматических пережитках местоимений как особой части речи в современном русском языке» [1, с. 265]. Он считал, что право на самостоятельное существование есть только у предметно-личных местоимений, остальные же разряды этой группы слов должны распределяться по другим грамматическим классам [1].

В работах Л.Я. Маловицкого и его последователей отмечается промежуточное положение местоимений [4–6]. По мнению Л.Я. Маловицкого, местоименные слова находятся между знаменательными и служебными классами слов. Это объясняется тем, что объект обозначения, а также синтаксическая функция сближает местоимения со знаменательными частями речи, а способ обозначения – со служебными [4].

Все же большинство лингвистов рассматривают местоимения как самостоятельную часть речи, поскольку при всем многообразии эти слова характеризуются функционально-семантическим единством [7–9].

В современном русском языке традиционно по значению местоимения делятся на 9 разрядов: личные, возвратные, притяжательные, указательные, определительные, вопросительные, относительные, отрицательные, неопределенные [10]. Такого деления на разряды придерживается большинство лингвистов, но существуют и другие классификации.

По соотношению с частями речи местоимения делятся на лексико-грамматические разряды: обобщенно-предметные, обобщенно-качественные и обобщенно-количественные [11]; по семантическим и грамматическим признакам слова этой части речи подразделяются на предметно-личные, указывающие на предмет или лицо, и непредметно-личные, которые указывают на признак предмета (количественный или качественный) [4].

Анализ подходов к определению местоимения позволяет нам говорить о неоднородности данного класса слов. Как слова-заместители местоимения употребительны в речи. От выбора местоимения часто зависит смысл высказывания, поэтому важно уже в детской речи выявить ошибки в употреблении местоимений и понимать их причины.

Исследования А.Н. Гвоздева позволили установить, что наибольшее число отступлений от норм русского литературного языка в употреблении местоимений выявляется в младшем школьном возрасте (7–9 лет).

Так, отмечено:

1) смешение форм Т.п. и П.п. м.р.: Т.п. вместо П.п.: «в одном ним», П.п. вместо Т.п.: «с таком же цветом»;

2) у местоимения «сам» форма Д.п. мн.ч. образована от основы Д.п. ед.ч.: «самамим нужно»;

3) у местоимения «что» (што) форма П.п. образована от основы И.п. шт-: «я-то хочу надеть, во штом (в чем) я ни разу не ходила»;

4) при употреблении между предлогом и падежом местоимения «он» какого-либо слова форма местоимения «он» имеет начальное н, не находясь в соседстве с предлогом: «в одном ним», «у самого него» [12].

В то же время большое количество местоименных форм, несмотря на их единичность и своеобразие, употребляется правильно с самого их появления в речи ребенка. Это, очевидно, объясняется тем, что все эти формы перенимаются целиком в том виде, как они употребляются взрослыми, чему способствует то, что местоимения являются наиболее употребляемыми словами языка. Доказательством этого может служить то парадоксальное положение, что первоначально они употребляются правильно, в соответствии с образцами языка взрослых, а в более позднее время (6–8 лет) начинают появляться отступления от этих форм, которые представляют собой попытки самостоятельного конструирования местоименных форм; в этих попытках сказываются охарактеризованные выше тенденции к использованию продуктивных основ и окончаний [12].

Необходимость изучения местоимений уже в начальных классах продиктована тем, что в речевой практике дети широко используют местоимения во всех формах и вместе с тем довольно часто допускают ошибки.

Изучение ошибок, связанных с употреблением местоимений, проведенное С.Н. Цейтлин, показало, что наиболее частотны ошибки в использовании личных и притяжательных местоимений. Достаточно распространено неправильное употребление детьми местоимений 3-го лица после предлогов. Навык правильного употребления «н» в местоимениях после предлогов вырабатывается достаточно сложно, так как учащиеся смешивают значение личных и притяжательных, обращая внимание только на форму слов: «От их пахло весной», «Девочка показала на его». Описанное явление довольно часто наблюдается и в речи взрослых, что связано с влиянием просторечных форм [13].

Довольно часто встречаются случаи, когда в рассказах, изложениях дети не умеют заменять местоимения другими словами, чтобы избежать повторений. Кроме того, встречается и такой недочет, как нарушение согласования местоимения с замещаемым словом.

Для речи детей характерно также использование «заместительных» местоимений без наличия замещаемых ими слов. Ошибки такого рода связаны с недостаточным уровнем развития памяти ребенка. Слова, подлежащие замещению, отсутствуют только в речи, но есть в мыслях говорящего: «Мы очень спешили. Там (возле школы) уже толпились другие дети».

В детских письменных работах есть ряд ошибок в употреблении местоимений «свой» и «себя». Ошибки в их употреблении объясняются общностью их грамматического значения и синтаксической функцией. Употребление местоимений «себя» и «свой», приводящее к двусмысленности, связано с тем, что они соотносятся с любым из трех лиц и выяснить их значение возможно только учитывая контекст: «Мария Сергеевна попросила меня принести свой (её или мой) портфель».

Итак, наиболее частотными ошибками в употреблении местоимений являются: а) дублирование подлежащего: «Кусты, они покрывали все берега»; б) использование просторечных притяжательных местоимений (ихний, ихняя, ихние). Появление таких форм можно объяснить тем, что притяжательные местоимения при склонении имеют флексии. Поэтому при употреблении личных местоимений в значении притяжательных говорящие включают их в систему словоизменения этого ряда слов: моих – ихних. Так, дети довольно активно употребляют данные местоименные слова в своей речи: «В ихнем доме горел свет»; «Ихние машины работают лучше». Кроме того, достаточно распространены ошибки в постановке ударения при склонении местоимений столько и сколько. Бытуют формы «сколькúми, у сколькúх, сколькúми и т.д.» вместо «скóлькими, у скóльких и т.д.» [13].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при употреблении местоимений младшие школьники допускают большое количество ошибок.

Это связано, во-первых, с тем, что они иногда не задумываются над значением слова, а во-вторых, мало знают о самих разрядах местоимений, их истории. Именно с учетом этого обстоятельства мы планировали нашу экспериментальную работу.

Материалы и методы исследования

Нами было организовано экспериментальное исследование, направленное на изучение особенностей овладения материалом о местоимениях младшими школьниками. В исследовании приняли участие 23 ученика 2 «А» класса МБОУ СОШ № 36 г. Белгорода.

Задачи экспериментального исследования:

1) установить сформированность представления о частях речи;

2) выявить знания младших школьников о местоимении, его заместительной функции.

Для достижения поставленной цели мы предложили детям лингвистические вопросы практического характера. Поскольку лингвистической базой исследования является местоимение, то все вопросы касались этой части речи. Учащимся предлагались 3 группы заданий.

Задание 1. Определи, в чем отличие этих предложений. Определи значение подчеркнутых слов.

1. Вас спрашивает Миша. 2. Вас кто-то спрашивает.

Задание 2 состояло из двух упражнений.

1 упражнение. Подставь подходящие по смыслу слова вместо точек:

1. … пишет письмо. 2. … не готовы к уроку. 3. В школе … не было. 4. Мальчик заметил … в кустах. 5. … иду домой.

Слова для справок: никого, кто-то, я, некоторые, кого-то, себе, он.

2 упражнение. Как бы ты назвал слова, используемые вместо имен людей, названий предметов, признаков?

Задание 3 так же состояло из двух упражнений:

1 упражнение предполагало аналитическую работу над словом «местоимение».

Детям предлагалось порассуждать о значении данного слова. В качестве подсказки был предложен вопрос о морфемной структуре слова: Как ты думаешь, что может обозначать слово «местоимение»? Простое это слово или сложное?

2 упражнение было направлено на выявление заинтересованности в изучении лингвистического материала, познавательного интереса детей, связанного с местоимениями. Детям было предложено ответить на вопросы: интересно тебе узнать, что означает слово «местоимение»? Ты хочешь узнать, как эти слова употребляются, для чего нужны в тексте?

Результаты исследования и их обсуждение

Первое задание ставило целью определить степень сформированности у учащихся представлений о заместительной функции местоимений. С этим заданием справились 43% учеников. Из них совершенно верно ответили 22% детей. Они осознают заместительную роль местоимений, о чем свидетельствуют их ответы: в первом предложении говорится об определенном человеке по имени Миша, а во втором – о ком-то неизвестном. Также 22% участников эксперимента ограничились определением частеречной принадлежности подчеркнутых слов, не уделив внимания их значению. Эти дети указали, что в первом предложении данное слово является именем существительным, а во втором – местоимением.

Не справились с этим заданием 57% учеников. Из них 17% школьников просто не поняли задания, решив, что нужно опре-

делить части речи. Их ответы показали, что и признаки частей речи усвоены ими недостаточно прочно. 17% детей не нашли отличий в подчеркнутых словах. Видимо, дети решили, что независимо от того, кто выполняет действие, смысл предложения не изменяется, поэтому и подчеркнутые слова по своей сути не отличаются. 22% детей не дали никакого ответа, что может свидетельствовать об отсутствии интереса к выполняемому заданию, нежелании размышлять, выдвигать предположения.

Первое упражнение второго задания требовало от детей практических умений в области использования местоимений в речи. Это упражнение не вызвало у учеников особых затруднений. Лишь некоторые из них допустили ошибки, вызванные невниманием и небрежностью при подстановке местоимений. Первое и третье из данных в карточке предложений допускают вариативность в подстановке местоимений. Так, в первом предложении неопределенное местоимение «кто-то» употребили 61% участников эксперимента, личное местоимение «он» – 39% детей. В третьем предложении 57% младших школьников подставили неопределенное местоимение «кого-то», отрицательное местоимение «никого» – 43% учеников. Дети отдают предпочтение неопределенным местоимениям, так как предложение с пропуском слов само наводит на неопределенность.

Вторая часть этого задания направлена на выявление способности к анализу лингвистического материала, поскольку тема «местоимение» еще не изучалась. С этим упражнением справились 52% от числа обследуемых детей. Они ответили, что слова, которые употребляются вместо имени, называются местоимениями. Можно сделать вывод о том, что у этих детей достаточно развито логическое мышление, внимание, так как тема еще не была изучена. 26% детей не дали никакого ответа. Свои варианты названия таких слов предложили 22% учеников. 13% детей назвали их «заменными». Это название передает сущность местоимения, отражает его заместительную функцию. 9% младших школьников под словом «имя», понимая только имена собственные, предложили вариант «кличка», 4% – видимо, по той же причине, решили, что вместо имени используются имена существительные.

При выполнении первого упражнения третьего задания многие ученики верно ответили, что это слово является сложным, то есть включающим больше одной корневой морфемы. Однако это им не помогло прийти к верному ответу, что свидетельствует о недостаточно сформированном умении анализировать. На поставленный вопрос 9% учеников ответили, что местоимение – это слово обозначающее существительное. Подобные ответы указывают на то, что дети не осознают значения местоименных слов – замещать (а не обозначать) имена. 4% – не смогли объяснить значение слова «местоимение», но перечислили личные местоимения в качестве примера. 70% младших школьников не дали никакого ответа, что говорит о пассивности, нежелании рассуждать в поисках ответа. 17% учеников дали абсолютно неверные ответы: 9% детей предположили, что местоимение – это «вроде предлога», 4% от числа участников эксперимента написали, что это – «легкое слово», и так же 4%, что это – «короткое слово».

На вопрос второго упражнения третьего задания 64% учеников дали положительный ответ, то есть они заинтересованы в дальнейшем знакомстве с темой «местоимение». Эти дети хотят научиться употреблять данные слова, узнать об их значении, роли в речи.

Выводы

Результаты экспериментального исследования свидетельствуют о том, что в целом учеников интересует материал о местоимении. Кроме того, данные показали, что у большинства обучающихся возникают трудности в практическом употреблении местоимений; дети не осознают значения слов данной части речи, что указывает на необходимость работы в этом направлении.

Все школьные предметы в определенной мере располагают материалом, который побуждает активизацию познавательных процессов, большими возможностями в этом плане располагают уроки русского языка. Чтобы сделать учение интересным, полезным для ребенка, необходимо раскрывать перед ним не только смысл правил, но и историю языка, сообщать сведения об изменениях в языке, доказывать, что знание языка, данные о языковых фактах имеют практическое значение.

В экспериментальной работе мы обратились к изучению такой части речи, как местоимение. Проведенное исследование убедило нас в том, что есть серьезная проблема между употреблением местоимений в детской речи и уровнем их знаний об этом непростом с морфологической точки зрения разряде слов. Материал о местоимении предполагает значительное абстрагирование, а его еще нет у младших школьников. Для повышения эффективности образовательного процесса необходимо пробудить интерес к изучаемому материалу, а уже на его основе строить преподавание.

Список литературы

1. Виноградов В.В. Русский язык (Грамматическое учение о слове) / Под. ред. Г.А. Золотовой. М.: Русский язык, 2001. 720 с.

2. Пешковский А.М. Русский синтаксис в научном освещении. 8-е изд., доп. М.: Языки славянской культуры, 2001. 544 с.

3. Фортунатов Ф.Ф. Сравнительное языковедение: общий курс. М.: URSS; КРАСАНД, 2010. 178 с.

4. Маловицкий Л.Я. История предметно-личных местоимений русского языка в семантико-синтаксическом аспекте: автореф. дис. … докт. филол. наук. Ленинград, 1972. 44 с.

5. Бабайцева В.В. Местоимение это и его функциональные омонимы: монография. М.: ФЛИНТА: Наука, 2014. 168 с.

6. Магнурова Р.К. Местоимения в современной лингвистической парадигме: традиционное и новое // Наука, техника и образование. 2016. № 8 (26). С. 85–87.

7. Юсупова О.С. Вопросы прономинализации, конкретизации и актуализации в местоимениях // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. № 13 (228). С. 154–158.

8. Вязовик Т.П. К вопросу о грамматическом значении местоимений // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2011. № 4 (11). С. 40–43.

9. Федюнева Г.В. Местоимения в контексте когнитивной лингвистики // Сибирский филологический журнал. 2009. № 3. С. 124–128.

10. Лекант П.А., Диброва Е.И., Касаткин Л.Л., Клобуков Е.В. Современный русский язык: учебник для академического бакалавриата / Под ред. П.А. Леканта. 5-е изд. М.: Юрайт, 2019. 493 с.

11. Курбонов Н.С., Шаемкулов А.М., Имамов Э.Э. Вопрос о местоимении как части речи в русской грамматике // Интернаука. 2018. № 42–2 (76). С. 5–7.

12. Гвоздев А.Н. Вопросы изучения детской речи. СПб.: Детство-Пресс, 2007. 471 с.

13. Цейтлин С.Н. Речевые ошибки и их предупреждение. М.: Либроком, 2009. 192 с.

УДК 378.046.4

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ АСПИРАНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ

Ольховик Н.Г., Липатова Е.Г., Воздвиженская А.В.

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава РФ, Санкт-Петербург, e-mail: olkhovik.nataliya@gmail.com, ekaterina.lipatova@szgmu.ru, anna.vozdvizhenskaya@szgmu.ru

Цели, содержание и методическая презентация дисциплины «Иностранный язык» в современной аспирантуре должны соответствовать обновленным ФГОС ВО и актуальным требованиям академической среды. Коммуникативный потенциал иноязычной подготовки в аспирантуре позволяет внести вклад в формирование таких компонентов профессиональной компетенции, как коммуникативный навык будущего преподавателя-исследователя и способность к полноценному участию в международном научно-педагогическом сообществе. Смена целеполагания дисциплины влечет за собой необходимость модернизации методической системы преподавания иностранного языка, эффективность которой повысится за счет интеграции видов учебной работы, ее целей, способов деятельности учащихся, их мотивационного компонента в единое образовательное пространство. Представляемая авторами интегрированная методика формирования коммуникативных навыков будущих преподавателей-исследователей способствует консолидации целей и задач аудиторной и самостоятельной работы, так как объединяет в себе аудиторную работу на основе сценариев (scenario-based learning), самостоятельную работу, организованную посредством сопровождающего курс онлайн-ресурса, а также трансформацию традиционного формата образовательного процесса за счет реализации педагогического подхода «перевернутый класс» (flipped classroom). Положительные результаты регулярного мониторинга по оценке эффективности применения выбранных педагогических подходов и отслеживание динамики сформированности коммуникативных навыков слушателей аспирантуры подтверждают обоснованность внедрения интегрированной методики формирования коммуникативных навыков в иноязычное образование аспирантов.

Ключевые слова: интегрированная методика формирования коммуникативных навыков, коммуникативные навыки преподавателя-исследователя в медицинской сфере, единое образовательное пространство, flipped classroom, коммуникативный сценарий, онлайн-ресурс

METHODOLOGICAL GROUNDS FOR COMMUNICATION SKILLS BUILDING IN MEDICAL POSTGRADUATE STUDENTS

Olkhovik N.G., Lipatova E.G.,Vozdvizhenskaya A.V.

Federal State Educational Institute of Higher Education North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, e-mail: olkhovik.nataliya@gmail.com, ekaterina.lipatova@szgmu.ru, anna.vozdvizhenskaya@szgmu.ru

Purposes, content and methodical representation of the discipline «Foreign languages» in modern postgraduate course should comply with the latest Federal State Educational Standard for Higher Education and be relevant to the needs of academic environment. Communication capacity of the foreign language course during the 3rd educational cycle contributes into the formation of communication competence of a future academic and his/her ability to fully participate in the global scientific medium. The change in the discipline's goal-setting leads to the need for modernization of the methodology of foreign language teaching. Its efficiency will increase due to the integration of different techniques and practices, its purposes, types of learning activities and students' motivation into blended learning environment. The suggested integrated methodology for communication skills formation facilitates the consolidation of tasks and purposes since it unites scenario-based learning for contact hours, online resource for self-study and general transit from traditional teaching and learning methods to innovative flipped classroom approach. Positive results of constant course monitoring to test the efficiency of the chosen methodology and control over communication competence development at postgraduate students have shown feasibility of the integrated methodology for communication competence building into foreign language teaching at the 3rd cycle of education.

Keywords: integrated methodology for communication competence building, communication skills of a future academic in medicine, blended learning environment, flipped classroom, communication scenario, online resource

Одним из актуальных критериев оценки успешности научно-педагогической деятельности в XXI в. является высокий уровень владения набором коммуникативных навыков (КН), необходимый для осуществления продуктивного профессионального общения [1]. Однако результаты многочисленных опросов работодателей как в России, так и за рубежом, свидетельствуют об отсутствии у современных выпускников аспирантуры достаточной степени сформированности навыков достижения целей именно научно-преподавательской деятельности как на родном, так и на иностранном языках.

Изменения в формате, темпе, видах работы участников мировой академической среды привели к трансформации основных

целей и задач обучения в аспирантуре российских вузов, что нашло отражение в действующих Федеральных государственных образовательных стандартах по различным направлениям подготовки, включая медицинские.

В качестве ориентиров процесса формирования КН на третьей ступени обучения регламентирующие образовательные документы предлагают следующие универсальные компетенции: готовность к участию в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3) и использование современных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4) [2].

Отметим, что формирование навыков общения для дальнейшего применения их на практике требует последовательной, логически организованной методической работы на протяжении всего периода обучения. Такая компетенция, как готовность к решению профессиональных задач на родном и иностранном языке, представляет собой комплексное явление и включает когнитивный, поведенческий, мотивационный компоненты, а также систему ценностей и личностных качеств [3–5]. Соответственно, условием ее успешного формирования на любой ступени высшего образования может выступить единая образовательная среда, призванная усилить каждый вышеназванный компонент в ходе освоения базовых и профессиональных дисциплин, в результате чего будут сформированы УК-3 и УК-4.

Цель исследования: определение основ методики формирования КН аспирантов медицинских вузов с учетом требований действующих образовательных стандартов и компонентного состава коммуникативной компетенции (КК), соответствующего современным требованиям академической среды.

Материалы и методы исследования

Для определения методических основ интеграции дисциплины «Иностранный язык» в единое образовательное пространство мы поставили следующие задачи: во-первых, определить компонентный состав КК будущих преподавателей-исследователей; во-вторых, спроектировать результативные педагогические подходы, воздействующие на когнитивную, поведенческую, мотивационную и ценностную сферы личности с целью оптимизации самого процесса формирования данной группы навыков.

Разработанная нами модель КК будущего преподавателя-исследователя в медицинской сфере основана на синтезе европейского видения отвечающих современным требованиям коммуникативных способностей [3–5] и адаптации их к российской культуре, языку и социальным особенностям ситуаций общения.

Модель КК была адаптирована к культурной и социальной специфике российского рынка труда на основе результатов анкетирования потенциальных работодателей будущих преподавателей-исследователей в медицинской сфере (медицинские вузы, научно-исследовательские центры, органы системы здравоохранения) [6].

Определенные нами компоненты КК делятся на два блока: (1) устные и письменные навыки общения в онлайн-формате и (2) устные и письменные навыки общения в офлайн-формате (рисунок). Современная научно-педагогическая среда, так же как и многие другие виды профессиональной деятельности в XXI в., расширила рамки и форматы общения от традиционного (коммуникация «здесь и сейчас», в очном режиме) до дистанцированного формата (временная и пространственная удаленность адресата и адресанта). Поэтому сегодня необходимо переориентировать структуру КК будущих работников научно-педагогической сферы и по-новому определить навыки, которые позволят им организовывать учебную деятельность, научное сотрудничество, устанавливать партнерские отношения исключительно в дистанционном формате с использованием современных цифровых технологий общения. Известно, что научно-педагогическая среда устойчива к изменениям: традиционно и по сей день наиболее частотной и популярной формой обучения выступает очный формат. Тем не менее тенденции к интернационализации образовательных систем крайне сильны на сегодняшний день, а их развитие стремительно набирает темп. В этой связи видится оправданным ориентировать процесс формирования КК и на подготовку обучающихся к адаптации навыков очного общения к онлайн-формату.

Следует отметить, что новый компонентный состав КК обладает универсальным характером для обучения аспирантов различных направлений подготовки, а также позволяет интегрировать дисциплину «Иностранный язык» в единое образовательное пространство и обеспечить междисциплинарную связь с другими преподаваемыми в аспирантуре предметами (например, «Педагогика высшей школы», «Использование научных данных в преподавании», «Медицинская информатика и статистика в научных исследованиях» и другие), отвечающих за формирование профессиональных компетенций.

Вместе с тем переориентация целей дисциплины «Иностранный язык» с повышения уровня владения изучаемым языком на поэтапное овладение выше предложенными компонентами КК определяет новую методологию ее реализации в учебном процессе. Взяв за основу разработанные Дж. Бердом положения о связности и преемственности в процессе формирования КН [5], в 2017 г. мы спроектировали интегрированную методику обучения КН будущих преподавателей-исследователей (далее – методика), воздействующую на когнитивную, поведенческую, мотивационную и ценностную сферы личности за счет активизации самостоятельной деятельности обучающихся, создания установки на дальнейшее профессиональное саморазвитие и самосовершенствование.

Представляемая нами методика основана на взаимосвязи методов онлайн-обучения и двух педагогических подходов: «перевернутый класс» (flipped classroom) и обучение на основе сценариев (scenario-based learning). Данная методика позволяет ориентировать учебную деятельность на интерактивность и имитацию реальной коммуникативной ситуации;

ввести в курс дисциплины базовую теорию коммуникации, конфликтологии, психологии, социологии и культурологии; консолидировать цели и задачи всех видов учебной работы; оптимизировать процесс обучения с учетом его кратковременности [7].

Педагогический подход «перевернутый класс» предполагает предварительную разработку и размещение преподавателем цифровых ресурсов (видеолекции, материалы по теме, электронные сценарии) на образовательной платформе (СДО Moodle), которые студенты должны самостоятельно изучить при подготовке к аудиторному занятию. Во время очного занятия под руководством преподавателя студенты выполняют ряд заданий индивидуально, в парах или группах, что позволяет проверить степень понимания самостоятельно приобретенных знаний и сформировать практические навыки, востребованные в их будущей карьере.

При разработке онлайн-ресурса преподавателю необходимо брать во внимание индивидуальные и групповые ожидания и потребности обучающихся, включающие личностные характеристики, специфику их дальнейшей сферы занятости, стиля учебной работы, способов ознакомления с материалом, а также выбрать наиболее подходящие форматы представления информации: видеоролики, видеолекции, упражнения, нацеленные на поиск данных в интернете, работу с информационными ресурсами, анализ и синтез теоретического материала в цифровом формате и другие [8, 9].

При разработке формата и содержания теоретического материала для онлайн-ресурса необходимо учитывать то, что он направлен на развитие как знаниевого компонента КК, так и на совершенствование ее лингвистической составляющей. Другими словами, данный ресурс должен не только сформировать осведомленность обучающихся о теории коммуникации, но и повысить уровень владения языком. Поэтому необходимо сопровождать теоретический иноязычный материал сопутствующими заданиями лексического, грамматического и стилистического характера, которые организуют процессы восприятия, понимания и интерпретации информации и стимулируют дальнейшую речевую деятельность студентов в формате аудиторного занятия.

Одним из значимых преимуществ подхода «перевернутый класс» считается то, что студентам предоставляется возможность самостоятельного выбора удобного для них места и времени подготовки к очным занятиям, что благоприятствует становлению ряда определенных личностных качеств, включающих дисциплинированность, мотивированность, ответственность, самостоятельность, вовлеченность и другие.

Коммуникативная компетенция будущего преподавателя-исследователя в медицинской сфере

Устные и письменные навыки в режиме онлайн:

1) презентация собственных достижений с целью трудоустройства или карьерного роста;
2) выражение и аргументация собственного мнения в научном и деловом стилях;
3) описание визуальной информации (графики, таблицы, результаты медицинских анализов);
4) описание тенденций процесса;
5) описание преимуществ и недостатков объекта (процесса);
6) презентация проводимого исследования: описание материалов и методов, эксперимента, его предполагаемых результатов и их оценки;
7) составление заявки на участие в конференции, успешное взаимодействие с организаторами конференции;
8) установление контакта с собеседником;
9) инициирование, развитие и поддержание диалога;
10) планирование учебного процесса онлайн;
11) общение с обучающимися в режиме онлайн;
12) успешное использование речевых моделей для решения конфликтных ситуаций;
13) владение речевыми стратегиями и тактиками этического поведения в научно-педагогической среде;
14) участие в сателлитных симпозиумах/ видеоконференциях/вебинарах/телемостах;
15) успешное использование возможностей цифрового формата общения;
16) понимание и минимизация рисков цифрового формата общения

Устные и письменные навыки в режиме офлайн:

1) презентация собственных достижений в своей профессии с целью трудоустройства или карьерного роста;
2) выражение и аргументация собственного мнения в научном и деловом стилях;
3) описание визуальной информации (графики, таблицы, результаты медицинских анализов);
4) подготовка презентации/постерного доклада;
5) подготовка материалов для участия в грантовой заявке/ составление предложения о сотрудничестве;
6) участие в дискуссии в деловом и научном стиле;
7) составление аннотации к статье; составление обзора (резюме) научной статьи;
8) использование тактик письменного и устного переводов в форме краткого изложения сути высказывания;
9) планирование учебного процесса, дизайн и разработка учебных планов и программ дисциплин;
10) сотрудничество в команде преподавателей по разработке учебно-методических материалов;
11) общение с обучающимися;
12) общение с коллегами-преподавателями/ научными работниками/административным штатом;
13) конструктивное разрешение конфликтов;
14) неконфликтное урегулирование различных точек зрения, проявление толерантности, эмпатии в ситуациях межкультурного общения;
15) участие в круглых столах, семинарах, конференциях с целью представления собственной стратегии решения проблемы;
16) построение собственной сети деловых связей в академической среде

Модель коммуникативной компетенции будущего преподавателя-исследователя в медицинской сфере

Таким образом, обучение иностранному языку на третьем цикле обучения, организованное с использованием подхода «перевернутый класс», позволяет консолидировать разные типы учебной деятельности, а также максимально согласовать аудиторную и самостоятельную работу обучающихся.

Подход «Обучение на основе сценариев» призван повысить интерактивность аудиторных занятий и «погрузить» студентов в течение очных занятий в имитирующие реальность коммуникативные ситуации. На первой ступени высшего образования студентами уже были хорошо отработаны практические навыки врача в симуляционных классах. Следовательно, выпускники специалитета медицинских вузов будут особо мотивированы на работу с коммуникативными сценариями, ведь для них такой вид деятельности является привычным, ассоциированным с их родом занятости, а также демонстративным в плане визуализации коммуникативной ситуации.

Подготовка на основе этого подхода строится на принципах ситуационного обучения, утверждающих, что обучение будет более продуктивным, если оно происходит в контексте, максимально приближенном к дальнейшей профессиональной деятельности обучающихся.

Во время работы со сценарием студенты анализируют его сюжетную линию, основанную на проблеме, которую им предстоит затем решить. В ходе поиска верного решения студенты применяют свои предметные знания и навыки критического мышления, демонстрируют личностные качества, обнаруживают степень подготовки к решению психологически и социально затрудненных ситуаций. Такой вид обучения идеально подходит для реализации в рамках компетентностного подхода в образовании, так как представляет собой сочетание знаний, навыков и подходов для успешного выполнения профессиональных задач с упором на конечную цель, то есть будущую профессию обучающихся [10].

Как отмечают европейские эксперты в области обучения на основе сценариев из Университета Св. Георгия (г. Лондон, Великобритания), одним из главных преимуществ виртуальных сценариев является то, что они предоставляют обучающимся возможность принимать решения в безопасной обстановке без страха совершить ошибку, что упрощает принятие решения в дальнейшей практике [11, 12].

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс реализации представляемой методики был запущен в аспирантуре СЗГМУ им. И.И. Мечникова в сентябре 2017 г. По результатам собеседования, проводимого в конце каждого семестра с преподавателями и аспирантами и нацеленного на выявление эффективности предлагаемого формата обучения, мы определили следующие педагогические особенности, которые необходимо учитывать при проектировании описываемого нами курса:

1. Целью обучающего онлайн-ресурса должно выступать не только повышение уровня осведомленности о теории коммуникации, но и отработка языковых умений и навыков слушателей аспирантуры (в среднем на начальном этапе обучения 40 % аспирантов отмечало, что им «сложно понимать видеолекции или письменный теоретический материал в случае, если преподаватель не предложил ряд языковых упражнений лексического и грамматического характера» или «достаточно сложно готовиться к аудиторному занятию без сопровождающего списка функциональных фраз на иностранном языке, который они могли бы использовать в собственной речи»).

2. Каждое занятие ресурса должно содержать не более чем пятиминутную видеолекцию и/или презентацию, представляющие теоретические основы темы, выполнить серию заданий, ориентированных на общее понимание просмотренного, ознакомиться с перечнем функциональных фраз, выполнить 2–3 упражнения на отработку навыков их использования в речи, а также изучить виртуальный сценарий, содержащий определенный коммуникативный сбой в академической сфере общения.

3. В начале каждого аудиторного занятия преподавателю следует проводить тестирование аспирантов, состоящее из 10–15 вопросов на проверку понимания материалов, которые аспиранты изучили самостоятельно.

4. В ходе аудиторного занятия аспиранты обсуждают усвоенный материал, принимают активное участие в дискуссиях, решении сценариев, а также обсуждают размещенные в онлайн-ресурсе коммуникативные сценарии и выполняют ряд заданий, связанных с их решением. Данная работа предваряется ознакомлением учащихся с основными лексико-грамматическими конструкциями, стратегиями и тактиками речевого поведения, соответствующими целям и задачам занятия по конкретному сценарию. В процессе урока преподаватель не выступает в традиционной роли эксперта знаний, а направляет и корректирует речевую деятельность обучающихся, что способствует формированию у аспирантов привычки к самостоятельной коммуникации.

5. С целью повышения самоконтроля успешности выполнения сценария два последних занятия каждого семестра целесообразно проводить в помещениях симуляционного центра, где представленные аспирантами сценарии записываются на видео для дальнейшего совместного анализа с преподавателем.

Таким образом, в ходе реализации дисциплины «Иностранный язык» посредством интегрированной методики формирования КН мы, во-первых, совершенствуем КН обучающихся посредством самостоятельно выполняемых аспирантами упражнений в СДО Moodle и регулярного монито-

ринга и контроля их речевой деятельности на очном занятии; во-вторых, при анализе коммуникативного сценария на очном занятии, организованного по модели «перевернутый класс», формируем условия для определения коммуникативного сбоя, поиска способов его коррекции и продуцирования на иностранном языке ситуации, где эффективно решается та или иная коммуникативная задача.

Заключение

Для определения продуктивности и результативности разработанной нами методики мы проводили регулярный мониторинг по оценке эффективности обучения по модели «перевернутый класс» и обучения на основе сценариев, а также фиксировали изменения в уровне сформированности компонентов КК будущих работников высшей школы.

Система мониторинга и оценки, состоящая из оценочных листов, позволила определить правильность выполнения коммуникативных сценариев, включающую корректный выбор речевых стратегий и тактик, способов решения конфликта и точность лингвистического оформления высказываний.

Результаты исследования показали, что аспиранты, активно посещавшие занятия и своевременно выполнявшие задания на образовательной платформе, имели значительный прогресс в выполнении контрольных сценариев (от 48% до 87%), что доказывает эффективность предлагаемой методики.

Кроме того, по завершении курса нами было организовано анкетирование среди всех участников образовательного процесса для определения их уровня удовлетворенности результатами курса. Большая доля аспирантов (96%) отметили значительную удовлетворенность результатами обучения. Весь профессорско-преподавательский состав кафедры, задействованный в процесс разработки и реализации курса на основе интегрированной методики, дал высокую оценку эффективности представляемой методики.

Однако не все преподаватели, принявшие участие в реализации курса, выразили готовность продолжить работать по предложенной методике. В ходе интервьюирования мы выявили следующие причины резистентности к работе по данной методике:

1) высокая времязатратность при подготовке к занятию по модели «перевернутый класс» и реализации сценария;

2) незнакомый подход к организации форм учебной работы;

3) неготовность к быстрой смене привычного («наработанного») формата собственной педагогической деятельности.

Вместе с тем негативные реакции на предлагаемый нами формат обучения составили достаточно малый процент (19%) от общего количества профессорско-преподавательского состава кафедры иностранных языков. 100% преподавателей отметили высокий интерес к новому формату педагогической деятельности, что позволяет судить о перспективности и эффективности разработанной нами методики.

Список литературы

1. Овчинников М.В., Циринг Д.А. Научно-педагогическая деятельность: критерии успешности // Инновационные проекты и программы в образовании. 2014. № 2. С. 3–6.

2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 871 «Об утверждении ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» [Электронный ресурс]. URL: http:// www.consultant.ru (дата обращения: 12.05.2019).

3. Kurtz S.M., Silverman J.D., Draper J. Teaching and Learning Communication Skills in Medicine. Radcliff Medical Press Ltd., Oxford, UK. 1998. P. 388.

4. Krupat E., Frankel R., Stein T., Irish J. The Four Habits Coding Scheme: validation of an instrument to assess clinicians' communication behavior. Patient Educ Couns. 2006. P. 38–45.

5. Burds J., Lea S. An integrated approach for the development of communication skills [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.interactivityfoundation.org/wp-content/uploads/2009/12/Integrated-Approach-for-Development-of-Comm.-Skills.pdf (дата обращения: 20.05.2019).

6. Воздвиженская А.В., Ольховик Н.Г. Способы формирования коммуникативной компетенции специалиста в области медицины на современном этапе // Евразийское научное объединение. 2018. № 11 (45). С. 278–279.

7. Ольховик Н.Г., Липатова Е.Г. Интегрированная методика формирования коммуникативных навыков будущего преподавателя-исследователя // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 3–2. С. 289–293.

8. Abeysekera L., Dawson P. Motivation and cognitive load in the flipped classroom: Definition, rationale and a call for research. Higher Education Research and Development. 2015. vol. 34. no. 1. P. 1–14. DOI: 10.1080/07294360.2014.934336.

9. Bergmann J., Sams A. Flip your classroom: reach every student in every class every day. Washington DC: International Society for Technology in Education. 2012. P. 120–190.

10. «We Are Our Choices». Learning Decision-Making Through Scenario [Электронный ресурс]. URL: http://www.wavesnetwork.eu/ (дата обращения: 10.05.2019).

11. Using Virtual Scenarios to Create Effective Learning [Электронный ресурс]. URL: https://www.futurelearn.com/courses/virtual-scenario/3/todo/46583 (дата обращения: 12.05.2019).

12. Poulton T., Conradi E., Kavia S., Round J., Hilton S. The replacement of 'paper' cases by interactive online virtual patients in problem-based learning. Medical Teacher. 2009. no. 31. P. 752–758.

УДК 378.147

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕЛОВЫХ ИГР В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ ГЕНЕТИКИ» КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВ КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ

Орлянская Т.Я., Володичева Т.Б., Актушина Г.А.

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Омск, e-mail: volbio@mail.ru

В данной статье авторами описано использование одной из форм игровой технологии «деловая игра» при освоении дисциплины «Основы медицинской генетики» обучающимися первого курса медицинского вуза для реализации компетентностного подхода и выработки качеств и навыков в выбранной профессии врача. Внедрение деловой игры в преподавание основ медицинской генетики на первом курсе способствует приобретению и закреплению теоретических знаний, оценке значимости базисных знаний в медицинской практике. Для проведения «деловой игры» разработан наглядно-вспомогательный материал в виде альбомов и брошюр с комплектами карточек с описанием клинико-диагностических признаков распространенных хромосомных аберраций, классификацией хромосомных нарушений и правила написания выявленных аберраций; фотографиями кариотипов лиц мужского и женского пола в норме и при хромосомных мутациях. Дано описание нарушений, происходящих в эмбриональный период, и их влияние на жизнеспособность. Предпринята попытка через дидактическую игру сформировать у обучающихся первые представления значимости для тактики цитогенетической диагностики теоретического материала, касающегося цитологической номенклатуры, аберраций хромосом, клинико-диагностических признаков, анализа метафазных пластинок. Динамичность используемой технологии позволяет оценить значимость фундаментальных знаний для формирования элементов клинического мышления в деятельности врача-генетика.

Ключевые слова: мотивация, медицинская генетика, хромосомы, хромосомные аберрации, делеции

THE USE OF ELEMENTS OF BUSINESS GAMES IN TEACHING DISCIPLINES «BASIS OF MEDICAL GENETICS», AS A WAY TO FORM THE BASIS OF CLINICAL THINKING FOR FUTURE DOCTORS

Orlyanskaya T.Ya., Volodicheva T.B., Aktushina G.A.

Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Omsk, e-mail: volbio@mail.ru

In this article, the authors describe how to use a form of gaming technology «business game» in learning the Basics of discipline «medical genetics» first-year medical students of the University to implement a competence-based approach and to develop the qualities and skills in their chosen profession of doctor. Introduction of business game in teaching the basics of medical genetics in the first year and contributes to the consolidation of theoretical knowledge, assessing the value of basic knowledge in medical practice. For a «business game» designed by graphically-auxiliary material in the form of albums and booklets with sets of cards describing clinical diagnostic signs of common chromosomal aberrations, chromosomal disorders and classification rules for writing detected aberrations; Photos service male and female in norm and chromosomal mutations. Description of the violations occurring in the fetal period, and their influence on viability. An attempt was made to create the game through teaching students the first submission importance for tactics citogenetic diagnosis of theoretical material concerning cytological nomenclature of chromosome aberrations, clinical diagnostic characteristics, analysis of metafaznyh plates. Dynamic technology allows you to appreciate the significance of fundamental knowledge to form elements of clinical thinking in the work of physician-geneticist.

Keywords: motivation, medical genetics, chromosomes, chromosomal aberrations, deletions

На современном этапе в целях расширения интеллектуального потенциала общества актуальной задачей является компетентностный подход в преподавании базисных дисциплин медицинских специальностей. Внедрение информационных технологий способствует формированию у обучающихся на первом курсе общепрофессиональных компетенций, развитию умственного потенциала, освоению разнообразной самостоятельной деятельности и приобретению блока базисных знаний для освоения специальных медицинских дисциплин [1–3].

Цель исследования: оценить эффективность использования элементов деловых игр в преподавании дисциплины «Основы медицинской генетики», с целью формирования основ клинического мышления у обучающихся первого курса.

Материалы и методы исследования

На кафедре биологии Омского государственного медицинского университета применяются современные технологии обучения. Эффективно работают технологии «Веб-квест» на занятиях по разделу биологические аспекты паразитизма; «Кейс-стади»

на занятиях по теме «Паразитизм в типе Плоские черви»; технология «Кластер» на занятиях по вопросам филогенеза систем органов позвоночных животных; написание синквейнов и проведение конференций с презентациями докладов по вопросам экологии [4, 5]. Одной из форм, способствующей реализации компетентностного подхода при организации учебного процесса, является деловая игра. При ее организации важным является создание определенной обстановки, в условиях которой участникам игры необходимо анализировать возникающие ситуации и принимать рациональные, на их взгляд, решения. При данном образце интерактивного обучения преподаватель занимает не центральное активное звено, а направляет процесс игры. При этом он никак не лишает самостоятельности студентов, а, напротив, способствует активизации их учебно-познавательной, мыслительной и практической деятельности, что дает возможность формировать академические и профессиональные компетенции у обучающихся начальных курсов. На современном этапе развития общества вербальные навыки, к сожалению, начинают утрачивать свои функции, поэтому немаловажное значение при использовании дидактической игры, как варианта проблемного обучения, является стимулирование развития речи, а значит, и формирование социальных взаимоотношений между студентами. Это подтверждается известной цитатой В. Бехтерева: «Если больному после разговора с врачом не стало легче, то это не врач» [6].

Учебным планом введено преподавание дисциплины «Основы медицинской генетики», требующее использования наиболее результативных современных педагогических технологий, дополняющих традиционное обучение с целью повышения уровня освоения навыков практической деятельности посредством приближения учебного процесса к реальным жизненным ситуациям. Известно, что классическая общая генетика человека является связующим звеном между фундаментальной теоретической биологией и клинической генетикой. При освоении методов медицинской генетики использование дидактической игры дает возможность полноценно реализовать поставленные задачи. В ходе общения идет познание классических основ организации наследственного материала и его нарушений на генном, хромосомном и геномном уровнях. Это важно для формирования клинического мышления при анализе наследственных заболеваний.

Для организации деловой игры на практических занятиях по теме «Цитогенетический метод» были подготовлены:

– рекомендации, касающиеся использования специальных знаков, символов сокращений, рекомендованных международной цитологической номенклатурой хромосом человека;

– схемы и фотографии по нарушениям структуры хромосом (транслокации, делеции, инверсии и др.);

– описательный материал клинико-диагностических признаков по используемым в деловой игре нарушениям структуры хромосом.

Серьезное внимание уделено сбору информации по кариотипированию и методам анализа метафазных пластинок лимфоцитов периферической крови [7]. К рассматриваемым ситуациям хромосомных нарушений использованы примеры аберраций, широко известных в генетической практике наследственных заболеваний у человека [8–10]. Кроме информации, сопровождающей конкретную хромосомную аберрацию, существенное внимание было уделено подготовке фотографий кариограмм пациентов в норме и с нарушениями структуры хромосом.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами смоделирована деловая игра, целью которой было формирование у обучающихся первых представлений о стратегии и тактике цитогенетической диагностики. Ее участники были разделены на две группы: 1 – молодые специалисты, теоретически подготовленные и пришедшие на освоение практических навыков по клинической генетике; 2 – пациенты, которым рекомендована, согласно проведенным исследованиям цитологов, консультация врача-генетика. Во время приема пациентов необходимо проанализировать результаты исследований и написать заключение с рекомендациями. Участникам игры предлагается распределиться на 4 группы (по 3–4 человека), чтобы в каждой группе были студенты с разным уровнем подготовки. Преподаватель объясняет правила игры. Две команды включают пациентов и их родственников, которые задают вопросы о причинах возникновения наследственного заболевания и процессах, которые происходят в организме пациентов, причинах и механизмах их развития, возможностях лечения и прогноза. Еще в две команды входили врачи-интерны, обладающие теоретическими знаниями по современным методам цитогенетической диагностики врожденных патологий, связанных с аномалиями кариотипа, но имеющие минимум практических навыков, касающихся чтения и анализа нарушения структур хромосом, чтения кариограмм, грамотного написания формул произошедших цитогенетических нарушений. Перед началом игры студенты были проинформированы преподавателем-наставником о корректно-уважительном обращении друг с другом, об умении выслушать жалобы, проанализировать их и доказательно объяснить сложившуюся ситуацию, используя соответствующие легенде кариограммы с конкретной мутацией. Родственники пациента должны получить все ответы на интересующие их вопросы. Дополнительный материал для пользования врачами представлен описанием возможных хромосомных мутаций (текст) и характеристикой клинических проявлений с подобными хромосомными аберрациями. На столе находятся кариограммы пациентов, из которых врач должен изъять ту, которая соответствует результатам описанного исследования, с которым обратились больные, а также найти форму записи выявленной хромосомной мутации. Преподаватель (врач-наставник) при необходимости направляет

дискуссию в нужное русло, при затруднении помогает студентам сформулировать свою точку зрения и демонстрирует слайд мультимедийной презентации, помогающий найти ответ на искомый вопрос. После каждого раунда «пациент, родственники – практикующий молодой врач» педагог обосновывает сильные и слабые стороны каждой команды, присуждая каждой командной паре определенное количество баллов. После выполнения задания студенты меняются в парах ролями. Таким образом, в течение занятия студенты пребывают в роли «врачей» и в роли «пациентов».

С учетом программного материала в качестве вариантов хромосомных аберраций нами использовались примеры, описание которых дано в литературных источниках [11–13]. Для формирования основ клинического мышления, умения применять теоретические знания нами использовались нарушения, касающиеся транслокации – t(15; 21) – синдрома Дауна; транслокации t(8; 21), t(15; 17), inv(16) – острого миелоидного лейкоза с характерными генетическими изменениями**,** делеции – del(5p) – синдром «кошачьего крика»; делеции – del(4p) – синдром Вольфа – Хиршхорна [14].

По мнению преподавателей кафедры, занятия в форме деловой игры отличались от занятий в традиционной форме. У обучающихся доминирует положительный эмоциональный настрой в течение всего занятия. Работающие командные пары объединены для быстрого и достаточно грамотного разрешения проблемы. Обращает на себя внимание факт формирования моделей социального взаимодействия между пациентами, их родственниками и врачами, которое невозможно при традиционной форме преподавания. На этапе дидактической игры стимулируется развитие культуры речи и происходит расширение запаса профессиональной лексики. Динамичность игровой ситуации приводит к оценке целесообразности принятия решения возникшей проблемы, приближая ее к реальной практической деятельности врача-генетика. Сосредоточение в игровой ситуации позволяет формировать элементы клинического мышления.

Наглядный материал для реализации данной педагогической образовательной технологии был представлен карточками с описанием клинико-диагностических признаков, схемами делеций, транслокаций, инверсий хромосом с результатами цитогенетических лабораторных исследований лимфоцитов периферической крови с GTG-окрашиванием и анализом метафазных пластинок. Например, для пациента № 1 (синдром Вольфа – Хиршхорна – (del4p-) дается следующее описание: «низкая масса тела при рождении, микроцефалия, клювовидный нос, маленький рот с опущенными уголками, уши крупные, оттопыренные, мочка и завиток не выражены, имеет место расщелина губы и неба. Из внутренних пороков выявлен поликистоз почек и поражение сердечно-сосудистой системы. Проявляется задержка психомоторного развития». Для пациента № 2 (синдром «кошачьего крика» – (del5p-): микроцефалия, антимонголоидный разрез глаз, косоглазие, лунообразное лицо, широкая переносица, ушные раковины низко посажены и деформированы. Имеется поперечная ладонная складка, синдактилия. Из внутренних пороков выявлено нарушение функций сердечно-сосудистой системы, недоразвитие гортани.

У пациента № 3 при обнаружении транслокации (t (9; 11) выявляется острый миелоидный лейкоз. Анализ крови показал недостаточное образование лейкоцитов, снижение количества красных кровяных телец, недостаток тромбоцитов. У пациента анемия, хроническая усталость, бледность и одышка.

Результаты цитогенетических исследований, представленные на микрофотографиях структур хромосом (рис. 1, а, б) анализируемого кариотипа, содержат информацию по хромосомным аберрациям и требуют использования теоретических знаний по формированию и проявлениям возникающих нарушений в эмбриогенезе. Транслокация (t(9;11)(p22;q23) доктору-генетику указывает на то, что она сочетается с острым миелоидным лейкозом (рис. 1, а). При рассмотрении делеции (del5p-) врач должен учитывать специфический набор отклонений, происходящих при данной аберрации в формировании систем органов, типичных для синдрома «кошачьего крика» (рис. 1, б).

При проведении деловой игры для «молодых специалистов» важно сформировать доступный и понятный для первокурсников наглядно-вспомогательный материал. В нашем случае использование подготовленного материала в виде альбомов и брошюр, расширяет генетический кругозор обучающихся первого курса и дает возможность собрать необходимый комплект материала для диагностики (рис. 2).

В них подобраны:

– фотографии кариотипов лиц мужского и женского пола в норме и при хромосомных аберрациях;

– из медицинских литературных источников выписаны определения, этиология, патогенез, жалобы, анамнез пациентов, диагностика хромосомных болезней, используемых в деловой игре;

– подготовлена классификация хромосомных нарушений и правила написания выявленных аберраций;

– дается описание нарушений, происходящих в эмбриональный период, и их влияние на жизнеспособность.

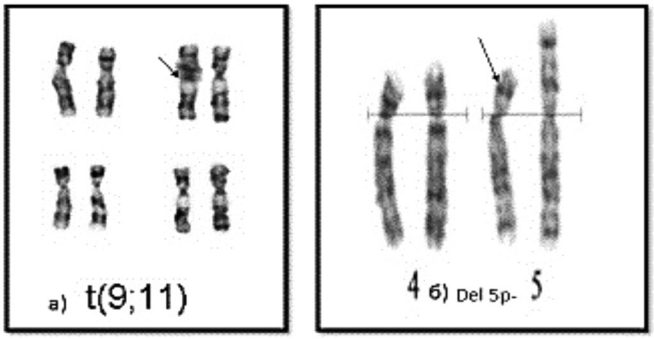
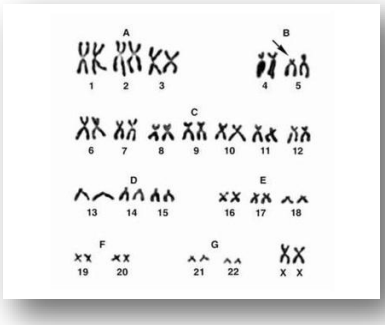


Рис. 1. Примеры хромосомных аберраций: а) (t(9;11)(p22;q23); б) (del5p-)

КОМПЛЕКТ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ

1. Кариотипирование

Биоматериал: кровь цельная с Li-гепарином. Лимфоциты периферической крови.	Дата взятия материала:
Хромосомный анализ. GTG- окрашивание. Анализ: 15 метафазных пластинок. 	Генотип: кариотип: **46, XX,del(5p-)** **Заключение:** Кариотип женский. Выявлена хромосомная аномалия - частичная делеция короткого плеча пятой хромосомы. Рекомендована консультация врача-генетика. Врач-цитолог:

2. Клинико-диагностические признаки

Синдром "кошачьего крика" (синдром делеции 5p), синдром Лежьена.

Тип наследования - моносомия 5p. Популяционная частота: 1:45 000. Цитогенетические варианты варьируют от частичной до полной делеции короткого плеча хромосомы 5. Для развития основных признаков синдрома большое значение имеет сегмент - 5p15.

Диагностическими признаками заболевания являются: микроцефалия, необычный крик или плач, напоминающий мяуканье кошки, обусловлен недоразвитием гортани; антимонголоидный разрез глаз, косоглазие, лунообразное лицо, уплощенная спинка носа, высокое небо, короткая шея. Ушные раковины низко посажены и деформированы. Имеется поперечная ладонная складка, синдактилия. Умственная отсталость.. Гипотония мышц. Иногда встречаются криптрорхизм и аномалии почек. Признаки: лунообразное лицо и кошачий крик с возрастом сглаживаются, а микроцефалия и косоглазие отчетливо выявляются. Продолжительность жизни зависит от тяжести врожденных пороков развития внутренних органов. Большинство больных погибают в первые годы жизни.

3.Цитогенетические изменения

del(5p-) частичная делеция короткого плеча пятой хромосомы:	
- полное отсутствие короткого плеча;	- укорочение короткого плеча;
- мозаичная форма;	- формирование кольцевой хромосомы

4. Формула кариограммы

46, XX,del(5p-); или **46, XY,del(5p-);**

Рис. 2. Пример комплекта наглядного материала для выявления аберрации структуры хромосом – синдрома Лежьена (кошачьего крика)

Выводы

Таким образом, результаты применения деловой игры показали свою эффективность. Первые сопоставления теоретических знаний с практической реальностью в деловых играх дали возможность понять глубину и значимость выбранной студентами профессии врача, которая требует быстрого и грамотного анализа представленной ситуации, умения использовать теоретические наработки цитогенетического метода, широко используемого в генетике человека. Синтез теории и практики показал ощутимый результат в осознании студентами значимости фундаментальной дисциплины первого курса «Основы медицинской генетики», дающей возможность делать первые шаги в дальнейшем познании специальных медицинских предметов.

Список литературы

1. Баженов Д.В., Ульяновская С.А., Шестакова В.Г. Современные педагогические технологии, применяемые на морфологических кафедрах // Инновационные обучающие технологии в медицине: материалы Междунар. республ. научно-практической конф. (г. Витебск, 2 июня 2017 г.). Витебск, 2017. С. 3–5.

2. Орлянская Т.Я., Актушина Г.А. Инновационный подход в преподавании основ медицинской генетики на кафедре биологии медицинского университета // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12–8. С. 1536–1539.

3. Селевко Г.К. Классификация образовательных технологий // Высшее образование в России. 2006. № 4. С. 87–92.

4. Володичева Т.Б., Лютикова Т.М. Применение современных технологий обучения на кафедре биологии медицинского вуза // Десятые Чередовские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Омск, 31 мая 2012 г.). Омск: ОмГПУ, 2012. С. 119–121.

5. Володичева Т.Б., Гетман Н.А. Гуманитарные педагогические технологии в проектировании инновационного образовательного процесса при изучении биологии в медицинском вузе // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 7. С. 15–19.

6. Беляева Л.Е., Лигецкая И.В., Хитева С.А. Использование элементов деловых игр при преподавании дисциплин «Патологическая физиология» и «Клиническая патологическая физиология» как способ формирования клинического мышления будущих врачей // Инновационные обучающие технологии в медицине: материалы междунар. республ. научно-практической конф. (г. Витебск, 2 июня 2017 г.). Витебск, 2017. С. 5–9.

7. Баранов В.С. Генетический паспорт основа индивидуальной и предиктивной медицины. М.: Книга по Требованию, 2009. 528 с.

8. Бочков Н.П. Клиническая генетика: учебник с приложением на компакт диске. М.: Книга по Требованию, 2013. 592 с.

9. Кузнецова Т.В. Пренатальное кариотипирование методы, проблемы и перспективы // Журн. акушерства и женских болезней. 2007. Т. LVI. Вып. 1. С. 120–128.

10. Рубцов Н.Б., Карамышева Т.В., Гейнер Т.А. Современные методы молекулярно-цитогенетического анализа и диагностики хромосомной патологии // Геномика – медицине. М.: Академкнига, 2005. С. 219–244.

11. МакКонки. Э. Геном человека. М.: Книга по Требованию, 2008. 288 с.

12. Harton G.L., Temperst H.G. Cromosomal disorders and male intertility. Asian Journal of Andrology, 2012. vol. 14. P. 32–39.

13. Martin R.H. Cytogenetic determinants of male fertility. Hyman Reproduction Update. 2008. vol. 14 (4). P. 379–390.

14. Song S.H., Won H.J., Yoon T.K., Cha D.N., Shim J.Y., Shim S.H. A case of the rare variant of Klinefelter syndrome 47, XY, i(X)(q10). Clin. Exp. Reprod. Med. 2013. vol. 40 (4). P. 174–176.

УДК 371.123

ФОРМИРОВАНИЕ ФОРСАЙТ-КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

[1]Панфилова В.М., [1]Панфилов А.Н., [2]Газизова А.И.

[1]ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», Елабуга, e-mail: v.panfilova2010@yandex.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Казань, e-mail: alfgazva@mail.ru

В статье рассматривается проблема формирования способности студента – будущего учителя предвидеть и формировать свою карьеру в педагогической деятельности, обеспечивая как видимые цели, так и форсайт в профессионально-педагогической деятельности. Актуальность исследования обусловлена тем, что необходимо формировать новые компетенции учителя, востребованные новой школьной дидактикой. Как следствие, меняется содержание психолого-педагогической, технологической и предметной подготовки будущих учителей. Новизна исследования видится в том, что предлагается формулировка новой компетенции учителя: форсайт-компетенция как интегративное многоуровневое личностно-профессиональное образование, которое определяет способность и готовность будущего учителя к прогнозированию своего профессионально-педагогического будущего. Форсайт-компетенция как деятельность исследовательско-рефлексивного характера, направлена на трансформацию собственной профессиональной деятельности. Цель статьи заключается в представлении структурно-функциональной модели формирования форсайт-компетенции будущего учителя и результаты экспериментальной работы по формированию форсайт-компетенции в процессе освоения студентами учебных модулей образовательной программы. Описана экспериментальная работа по разворачиванию структурно-функциональной модели формирования форсайт-компетенции в процессе освоения учебных модулей образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (базового «Методология, методы и организация профессиональной деятельности» и вариативного «Проектирование профессиональных перспектив»). Доказано, что с помощью адекватной педагогической технологии в учебных модулях задается движение студента от освоения компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой, к профессионально ориентированной метакомпетенции: форсайт-компетенции.

Ключевые слова: форсайт, форсайт-компетенция, структурно-функциональная модель формирования компетенции

FORMATION OF FORESIGHT COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS

[1]Panfilova V.M., [1]Panfilov A.N., [2]Gazizova A.I.

[1]Kazan Federal University, Elabuga, e-mail: v.panfilova2010@yandex.ru;
[2]Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, e-mail: alfgazva@mail.ru

The article deals with the problem of forming the ability of a student – future teacher to foresee and shape his career in teaching, providing both visible goals and foresight in professional and educational activities. The relevance of the study is due to the fact that it is necessary to form new competencies of the teacher, demanded by the new school didactics. As a result, the content of psychological and pedagogical, technological and subject training of future teachers is changing. The novelty of the research is seen in the fact that the proposed wording of the teacher's competence is proposed: foresight competency as an integrative multilevel personality-vocational education, which determines the ability and readiness of the future teacher to predict his professional-pedagogical future. Foresight competence as an activity of a research-reflexive nature, is aimed at transforming one's own professional activity. The purpose of the article is to present the structural-functional model of the formation of the future teacher's foresight competence and the results of experimental work on the formation of foresight competence in the process of students learning the educational modules of the educational program. Experimental work on the deployment of the structural-functional model of the formation of foresight competence in the process of mastering the educational modules of the educational program in the direction of training 44.03.05 Pedagogical education (basic «Methodology, methods and organization of professional activity» and variable «Designing professional perspectives») is described. It is proved that with the help of adequate pedagogical technology in the training modules the student's movement from mastering the competencies provided for by the main professional educational program to the professionally oriented metacompetence is set: forsight competence.

Keywords: foresight, foresight competence, structurally-functional model of the competence formation

Современный мир находится в условиях глобального технологического обновления и цифровизации, что требует разработки новой дидактики педагогического образования и новой дидактики образовательного процесса в школе. В эпоху радикальных перемен в образовании значительно повышаются требования к профессионально-педагогической подготовке учителей. В профессиональной подготовке учителя стало необходимо уточнить баланс: учитель – это носитель актуальных культурологических и технологических знаний и конструктор новой школьной дидактики, новых образовательных идей, процессов и технологий для близкого и далекого будущего. Важно в процессе освоения образовательной программы развивать способность студента

прогнозировать и конструировать свою профессионально-педагогическую карьеру. Конечно, это дискуссионный вопрос. Но если учитывать новый государственный заказ всем уровням образования, технические и технологические модернизации, то необходимо обратить пристальное внимание на работу с будущим [1, 2].

Термин «форсайт» стал активно использоваться научным сообществом с конца XX в. Форсайт, с одной стороны, характеризует исследование будущего, с другой – совокупность подходов принятия решений с целью улучшения факторов, влияющих на возможное будущее в долгосрочном периоде. Форсайт как метод дает возможность квалифицированному специалисту (область деятельности и решаемые профессиональные задачи значения не имеют) заглянуть в будущее выполняемой профессиональной деятельности с целью оценки важнейших направлений развития собственных профессиональных достижений.

Выявление новых профессиональных компетенций учителя, востребованных в трансформирующемся образовании, является важнейшей задачей. Ее определит содержание психолого-педагогической, технологической и предметной подготовки будущих учителей. В своем исследовании мы ориентировались на представление о форсайте компетенций учителя, предложенное В.Л. Виноградовым, А.Н. Панфиловым, Р.Ф. Ахтариевой [3–5].

Технологию форсайта учитель использует по отношению к будущим образовательным событиям в образовательной организации или в школьном классе. Учитель оценивает вероятности и риски возникновения тех или иных образовательных событий в образовательной организации или в классе, тем самым проектирует свою текущую профессиональную деятельность. Это позволяет усилить позитивные тренды в профессиональной деятельности, увеличить вероятность наступления желаемых образовательных событий и предупредить усиление нежелательных, отрицательных нежелательных трендов.

Цель исследования: теоретически обосновать и экспериментально проверить структурно-функциональную модель формирования фосайт-компетенции учителя в процессе освоения учебных модулей (базового «Методология, методы и организация профессиональной деятельности» и вариативного «Проектирование профессиональных перспектив») основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование».

Материалы и методы исследования

Форсайт мы рассматриваем как личностную технологию, которая помогает смоделировать образ желаемого профессионального будущего, сориентироваться в некоторой последовательности действий в контексте этого будущего. Мы предлагаем придерживаться некоторых основных принципов персонального форсайта: профессиональное будущее зависит от прилагаемых усилий личности – оно создается; любое профессиональное будущее вариативно – оно зависит от решений конкретной личности и ее заинтересованного окружения; будущее в образовании предсказать достоверно даже в близкой перспективе невозможно.

Это требует наличия форсайт-компетенции в образовательной деятельности действующего учителя и формирование форсайт-компетенции будущего учителя в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки «Педагогическое образование».

Форсайт-компетенция (ФК) учителя – интегративное многоуровневое личностно-профессиональное образование, которое определяет способность и готовность к прогнозированию своего профессионально-педагогического будущего, как деятельность исследовательско-рефлексивного характера, направленную на трансформацию собственной профессиональной деятельности.

Индикаторы проявления ФК учителя: положительный мотив выбора педагогической профессии; совокупность системных знаний (предметных, технологических, психолого-педагогических); опыт рефлексивных профессиональных действий; диалогическая культура, готовность к эффективному решению учебно-профессиональных педагогических задач, а также задач профессионального роста и развития.

ФК учителя – это компонент рефлексивной метакомпетентности (индивидуальная профессиональная компетентность в модели А.К. Марковой [6]; аутопсихологическая компетентность в модели Н.В. Кузьминой [7]; прогнозы, управление и контроль будущего развития образовательной среды носит субъектный характер; наличие мотивационной и инструментальной составляющей: «Я способен не только прогнозировать свое профессиональное будущее, но готов сделать его». То есть, ФК – это метакомпетенция. На ее основе могут формироваться новые компетенции, востребованные преобразующейся профессиональной деятельностью.

Студентам – будущим учителям, в контексте развития своего профессионально-педагогического будущего в образовательной организации, нужно уметь обоснованно отвечать на следующие вызовы: 1) способны ли оценить свое профессионально-педагогическое будущее; 2) готовы ли к профессиональным модернизациям; 3) что готовы предпринять для разворачивания возможных сценариев своего профессионального будущего.

Данные положения были реализованы в программе опытно-экспериментальной работы по формированию ФК у студентов в процессе освоения учебных модулей (базовый учебный модуль «Методология, методы и организация профессиональной деятельности» и вариативный учебный модуль «Проектирование профессиональных перспектив»). В программе приняли участие студенты третьих и четвертых курсов (89 респондентов) факультета психологии и педа-

гогики Елабужского института КФУ, обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки).

Результаты исследования и их обсуждение

На основе системно-деятельностного подхода была разработана и реализована в опытно-экспериментальной работе структурно-функциональная модель формирования ФК будущего учителя, включающая целевой, содержательный, технологический, результативный структурные компоненты (таблица).

Для определения мотивов выбора педагогической профессии была использована методика изучения мотивации обучения в вузе Т.И. Ильиной [8]. В процессе анализа данных мы ориентировались на шкалы: мотивация на приобретение знаний в предметной области «Педагогика», мотивы освоения профессии, мотивы обучения – получение диплома высшего образования.

Как показывают результаты, 95,3% респондентов исследуемой выборки продемонстрировали преобладание мотивов: «приобретение знаний в предметной области «Педагогика», 92,5% − высокую мотивацию на овладение профессией учителя.

Данной группе респондентов было предложено экспериментальное задание: написать эссе на тему «Мои успехи в освоении профессии учителя». Для анализа текста эссе были определены следующие показатели: учет запросов и способностей студентов при конструировании содержания и технологии реализации учебных модулей; удовлетворенность освоенными профессионально-педагогическими компетенциями.

Проведенный анализ текстов эссе позволил сделать следующие выводы: студенты имеют низкий уровень удовлетворенности сформированностью профессионально-педагогических компетенций; считают, что их индивидуальные способности не учитываются в полном объеме; что традиционная образовательная технология не позволяет им освоить новые профессионально-педагогические компетенции на высоком уровне. Данные результаты демонстрируют отрицательную эмоциональную оценку высоко мотивированных на освоение профессионально-педагогической деятельности студентов модели формирования профессиональных компетенций, в которую они включены.

Модель формирования форсайт-компетенции будущего учителя

<table>
<tr><td colspan="4">Целевой компонент</td></tr>
<tr><td colspan="4">Цель: формирование форсайт-компетенции, ориентированной на преобразование собственных профессиональных действий и деятельности в целом</td></tr>
<tr><td colspan="4">Задачи: создание креативной образовательной среды формирования ФК; формирование мотивационного и инструментального составляющих саморегуляции учебно-профессиональной деятельности; овладение приемами самоконтроля и развитие профессиональной и личностной рефлексии; конструирование специальных учебно-профессиональных педагогических задач, требующих субъектности и диалогизации обучения</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подходы: практико-ориентированный, личностно-деятельностный, исследовательский, контекстный</td><td colspan="2">Принципы: системности, активности, вариативности, практико-ориентированности</td></tr>
<tr><td colspan="4">Содержательный компонент</td></tr>
<tr><td colspan="2">Инвариантный компонент</td><td colspan="2">Вариативный компонент</td></tr>
<tr><td colspan="2">Базовый учебный модуль «Методология, методы и организация профессиональной деятельности»</td><td colspan="2">Вариативный учебный модуль «Проектирование профессиональных перспектив»</td></tr>
<tr><td colspan="4">Технологический компонент</td></tr>
<tr><td>Методы</td><td colspan="2">Формы</td><td>Средства</td></tr>
<tr><td>Интерактивные методы, методы проблемного обучения</td><td colspan="2">Проблемные лекции, практикумы, профессионально ориентированные групповые и индивидуальные занятия, учебно-исследовательская работа</td><td>Электронные образовательные ресурсы, педагогический симулятор</td></tr>
<tr><td colspan="4">Результативный компонент формирования ФК</td></tr>
<tr><td>Мотивационно-ценностный</td><td>Эмоционально-волевой</td><td colspan="2">Рефлексивный</td></tr>
<tr><td colspan="4">Показатели, соответствующие компонентам компетентности</td></tr>
<tr><td>Наличие профессионально ценностных ориентиров и мотивов работы с собственным профессиональным будущим</td><td>Способность к саморегуляции и преодолению профессионально-психологических барьеров</td><td colspan="2">Готовность обращаться к собственному профессиональному и личностному опыту</td></tr>
<tr><td colspan="4">Результат: сформированность форсайт-компетенции</td></tr>
</table>

Данной группе студентов было предложено принять участие в экспериментальной программе по формированию ФК в процессе освоения базового учебного модуля «Методология, методы и организация профессиональной деятельности» и вариативного учебного модуля «Проектирование профессиональных перспектив». Студенты экспериментальной (44) и контрольной групп (45) были ознакомлены с экспериментальной программой, обеспечивающей развитие ФК.

Для исследования эмоционально-волевого и рефлексивного компонентов ФК студентов применялась методика исследования уровня саморегуляции и оценки учебно-профессиональной деятельности [9].

Был определен исходный уровень сформированности компонентов ФК (эмоционально-волевого, мотивационно-ценностного и рефлексивного компонентов).

Уровневый анализ сформированности компонентов ФК студентов позволяет сделать выводы. Уровень развития мотивационно-ценностного компонента (отражает учебно-профессиональные ценности и мотивы) у студентов в экспериментальной группе составляет 63,8 баллов; в контрольной группе – 58,6 баллов); эмоционально-волевого компонента (отражает способность к саморегуляции в сфере профессионально-педагогической деятельности и профессионально ориентированного общения) в экспериментальной группе – 62,4 баллов, в контрольной группе – 61,4 баллов. Рефлексивный компонент, отражающий способность к самоанализу, умение адекватно определять свой индивидуальный образовательный маршрут – ставить образовательные и развивающие цели, брать ответственность за конечный результат – находится на оптимальном уровне развития (экспериментальная группа – 57,8 баллов, контрольная группа – 55,6 баллов).

Процесс формирования ФК потребовал: структуризации содержания учебных модулей; конструирования индивидуальных маршрутов освоения содержания учебных модулей, учитывая мотивы и способности студентов. Индивидуальный маршрут освоения содержания учебного модуля образовательной программы определяется образовательными и профессионально-карьерными мотивами, познавательными способностями конкретного обучающегося (уровень готовности к освоению программы модуля). В экспериментальной программе выделялись следующие типы индивидуальных образовательных маршрутов освоения учебных модулей: маршрут, ориентированный на познание и рефлексию своих профессионально-педагогических способностей; маршрут, связанный с готовностью осваивать предметный контент (учусь, потому что учусь); маршрут, связанный с повышением готовности решать учебно-профессиональные педагогические задачи (УППЗ); маршрут, нацеленный на готовность студента применять компетенции в конкретных профессионально-ориентированных ситуациях.

Для создания креативной профессионально-ориентированной среды учебного модуля были выполнены научно-методические мероприятия. Проведена дополнительная технологическая и психолого-педагогическая подготовка профессорско-преподавательского состава кафедр (реализующих программу учебного модуля), направленная на освоение компетенций по организации учебно-профессиональной работы со студентами, выбравшими различные образовательные маршруты. Проведен качественный анализ способностей студентов, участвующих в экспериментальной программе, с определением перспектив их профессионального развития. Разработана и применена обоснованная система диагностических показателей сформированности ФК. Разработана система учебно-профессиональных педагогических задач, позволяющих поэтапно включать студентов в профессиональные ситуации, позволяющие осознанно и целенаправленно овладевать компонентами ФК.

Был проведен сравнительный анализ результатов исследования сформированности компонентов ФК у студентов контрольной и экспериментальной групп. Экспериментальная группа студентов после внедрения модели формирования ФК продемонстрировала: продвинутый уровень сформированности мотивационно-ценностного компонента (75 баллов), отражающий учебно-профессиональные мотивы и ценности будущей профессиональной деятельности; эмоционально-волевой (70,83 баллов), отражающий способность к саморегуляции в сфере форсайта учебно-профессиональной педагогической деятельности, и рефлексивный (67,54 баллов), отражающий способность к самоанализу своих профессиональных действий и способности решать УППЗ. Результат экспериментальной программы: высокий уровень сформированности ФК имеют 100 % студентов экспериментальной группы.

В контрольной группе, в которой обучались по традиционной технологии освоения содержания учебного модуля, выявлены иные результаты: мотивационно-ценностный (63,83 баллов) и эмоционально-волевой (67,63 баллов) компоненты ФК на-

ходится на продвинутом уровне развития, а рефлексивный компонент ФК (57,49 баллов) имеет оптимальный уровень развития. Таким образом, студенты контрольной группы продемонстрировали средний уровень сформированности ФК.

На заключительном этапе реализации экспериментальной программы участникам было предложено переработать текст своего эссе «Мои успехи в освоении профессии учителя» и внести дополнения или редакционные правки. Повторная обработка текстов отредактированных эссе показала следующие результаты. В контрольной группе удовлетворенность технологией формирования профессионально-педагогических компетенций не изменилась. Экспериментальная группа отметила: 1) индивидуальные образовательные маршруты повышают уровень владения профессионально-педагогическими компетенциями; 2) предложенный уровень самостоятельности при освоении образовательного контента учебных модулей стимулирует учебно-профессиональную деятельность; 3) работа в малых группах по решению УППЗ актуализировать способности (познавательные, интеллектуальные, коммуникативные, организационные); 4) удовлетворенность процессом освоения образовательного контента учебных модулей повысилась. Следовательно, качественная эмоциональная оценка ключевых элементов модели формирования ФК студентами экспериментальной группы положительна.

Заключение

Экспериментальная работа показала, что в процессе освоения программы учебных модулей, в которых специально конструируется последовательный переход от учебной деятельности к профессиональной, у студентов повышается интерес к освоению профессиональных знаний, профессиональных действий и целостной профессиональной деятельности. Студенты – будущие учителя высоко оценивают возможность формирования способов профессиональной деятельности в процессе решения УППЗ в изучаемой области, наличие возможности использовать формы и методы работы, имеющие ориентацию на реальную профессиональную деятельность.

Установлено, что в процессе освоения учебных модулей (базового и вариативного) ОПОП моделируется целостное предметное и социальное содержание будущей профессионально-педагогической деятельности. При этом включается весь образовательный потенциал активности студента – от индивидуального восприятия учебного содержания до социально-профессиональной активности в границах образовательной среды вуза, а затем переносится в школьную социально-образовательную среду, среду будущей профессионально-педагогической деятельности.

С помощью сконструированной структурно-функциональной модели и адекватной педагогической технологии в учебных модулях задается движение учебно-профессиональной деятельности студента от освоения компетенций, предусмотренных ОПОП, к профессионально ориентированной форсайт-компетенции. Это выражается в трансформации потребностей, мотивов, целей, предметных действий и социально-профессиональных поступков, результатов учения. Таким образом, учебный модуль представляет собой процесс «разворачивания» во времени переход от квазипрофессиональной учебной деятельности, от осознания ценностных ориентаций и мотивов работы с собственным профессиональным будущим к готовности обращаться к собственному трансформирующемуся профессиональному и личностному опыту.

Список литературы

1. Асадуллин Р.М., Тухватуллин Р.И. Форсайт-метод в педагогическом проектировании информационно-образовательной среды вуза [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/forsayt-metod-v-pedagogicheskom-proektirovanii-informatsionno-obrazovatelnoy-sredy-vuza (дата обращения: 14.05.2019).

2. Диброва Ж.Н. Форсайт как современная практика управления ВУЗом // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2014. № 1. С. 56–65.

3. Ахтариева Р.Ф., Шапирова Р.Р. Формирование форсайт компетенций учителя в условиях интенсивного развития андроидной техники // Научный альманах. 2017. № 1–2 (27). С. 32–36.

4. Vinogradov V.L., Panfilov A.N., Panfilova V.M., Rakhmanova A.R. Integrated Educational Environment of the University and the School as a Basis for Practice Oriented Teachers Training. Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education, 2015. vol. 20. no. 5. P. 142–152 (In Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.17759/pse.2015200513 [Электронный ресурс]. URL: http://psyjournals.ru/psyedu/2015/n5/vinogradov.shtml (дата обращения: 14.05.2019).

5. Alexey Panfilov, Valentina Panfilova, Gallia Ljdokova, Lidiya Kozinets. The educational program for transition from training to professional work // European Proceedings of Social and Behavioral Sciences. e-ISSN: 2357-1330 IFTE 2017 3rd International Forum on Teacher Education, 23–25 May 2017, P. 600–622. [Электронный ресурс]. URL: http://www.futureacademy.org.uk/files/images/upload/IFTE2017FA071F.pdf (дата обращения: 14.05.2019).

6. Маркова А.К. Психология профессионализма. М.: Знание, 1996. 308 с.

7. Кузьмина Н.В. Профессионализм личности преподавателя и мастера производственного обучения. М.: Высшая школа, 1990. 119 с.

8. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. СПб.: Питер. 2011. 508 с.

9. Психология саморегуляции в XXI веке / Отв. ред. В.И. Моросанова СПб.; М.: Нестор-История, 2011. 468 с.

УДК 378:37.035.6

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВ ГРАЖДАНИНА-ПАТРИОТА СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ ДИЗАЙНЕРОВ

Савченко Е.А., Илюшина О.В.

Московский государственный областной университет, Москва, РФ, e-mail: olenka.kchol@mail.ru

В статье раскрывается содержание понятий: «технологии», «педагогические технологии», «проектная деятельность». Обоснованы принципы педагогических технологий, функции, структурные компоненты. Авторы акцентируют внимание на технологии проектного обучения, предложен опыт работы по реализации данной технологии в современном вузе. Указаны основные признаки педагогических технологий. Приведены конкретные методы, принципы, формы работы со студентами – будущими дизайнерами по формированию качеств личности гражданина-патриота. Авторы в качестве примера приводят проект «Россия – родина моя», направленный на воспитание гражданина-патриота и субъекта культуры в целом. Предложены цели, задачи, этапы работы, ожидаемые результаты по данному проекту. В статье авторы предлагают программу по сохранению культурно-исторического наследия, активизирующую формирование качеств гражданина-патриота студентов – будущих дизайнеров. Программа включает такие основные мероприятия, как конкурсы творческих работ в области графики, рисунка, живописи, композиции; конференции, круглые столы, экскурсии, кураторские часы, лекторий, праздники, встречи с интересными людьми и др. Раскрыты особенности межсубъектных отношений, определены и охарактеризованы позиции субъекта-педагога и субъекта-студента. Охарактеризованы взаимоотношения в ходе проектной деятельности, основывающиеся на соборности, со-трудничестве, со-творчестве, со-бытии.

Ключевые слова: технология, педагогические технологии, технология проектной деятельности, гражданин-патриот, личность студента, принципы педагогических технологий, функции технологий, проектное обучение, признаки педагогических технологий, межсубъектные отношения

PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES OF FORMATION OF QUALITIES OF A CITIZEN-PATRIOT OF STUDENTS – FUTURE DESIGNERS

Savchenko E.A., Ilyushina O.V.

Moscow State Regional University, Moscow, e-mail: olenka.kchol@mail.ru

The article reveals the content of the concepts: «technology», «pedagogical technology», «project activity». Principles of pedagogical technologies, functions, structural components are substantiated. The authors focus on the technology of project-based learning, proposed experience in the implementation of this technology in a modern university. The main features of pedagogical technologies are indicated. Concrete methods, principles, forms of work with students−future designers on the formation of personal qualities of a citizen-patriot are given. As an example, the authors cite the project «Russia is my homeland,» aimed at educating a citizen-patriot and a subject of culture in general. The proposed goals, objectives, stages of work, expected results for this project. In the article, the authors propose a program to preserve the cultural and historical heritage, activating the formation of the qualities of a citizen-patriot students−future designers. The program includes such major activities as: competitions of creative works in the field of graphics, drawing, painting, composition; conferences, round tables, excursions, curator hours, lecture hall, holidays, meetings with interesting people, etc. The features of intersubjective relations are revealed, the positions of the subject-teacher and the student-subject are defined and characterized. The relations in the course of the project activity are described, which are based on co-unity, cooperation, co-creation, co-existence.

Keywords: technology, pedagogical technologies, technology of project activities, citizen-patriot, student's personality, principles of pedagogical technologies, functions of technologies, project training, signs of pedagogical technologies, intersubjective relations

В современной социокультурной ситуации особое значение приобретает технологический подход к образовательному процессу в вузе. Данный подход направлен на построение учебного процесса с учетом современных информационных технологий. В настоящее время актуальность приобретают компьютерные технологии в сфере воспитания. Термин «технология» – (греч. techne- «умения», «мастерство», «искусство» и logos – «учение», «наука») обозначает науку о мастерстве. Сам термин заимствован из производственной сферы, базируется на социальной психологии, кибернетике и управлении. Технология определяется как совокупность приемов, применяемых в каком-либо деле, мастерстве и искусстве.

Цель исследования: обоснование технологии проектного обучения, способствующей формированию качеств гражданина-патриота студентов – будущих дизайнеров. В ходе достижения цели нами решалась исследовательская задача: активизация формирования качеств гражданина-патриота у студентов – будущих дизайнеров средствами проектной деятельности в современном вузе.

Материалы и методы исследования

В ходе исследовательской работы нами были реализованы следующие методы: эмпирического познания (наблюдение, беседа, изучение продуктов деятельности); методы теоретического исследования и др. Анализ педагогических исследований показал, что массовое внедрение педагогических технологий при-

ходится на середину 1950-х гг. К наиболее известным зарубежным авторам современных педагогических технологий можно отнести Дж. Кэролла, Б. Блума, Д. Брунера, Д. Хамблина, Г. Гейса, В. Коскарелли и др.; в отечественной теории и практике большой вклад внесли Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, А.А. Вербицкий, П.Я. Гальперин, М.В. Кларин, А.А. Матюшкин, М.И. Махмутов, В.А. Сластенин, Н.Ф. Талызина и др.

Научная новизна. На технологическом, нормативном, процедурном уровнях решена задача формирования качеств гражданина-патриота студентов – будущих дизайнеров в образовательном процессе вуза. Обоснована одна из педагогических технологий – технология проектного обучения, способствующая формированию качеств гражданина-патриота студентов – будущих дизайнеров.

Термин «педагогическая технология» в первоначальном смысле был связан с использованием в педагогических целях технических достижений в сфере коммуникаций. В современном понимании педагогическая технология рассматривается как систематический метод планирования с целью управления образовательным процессом в целом и воспитания в частности. Данный метод связан с применением, оцениванием и проверкой эффективности форм, методов, средств, оценки текущих результатов, коррекционных мероприятий [1].

В современной педагогической практике педагогические технологии могут рассматриваться как технологии обучения (дидактические технологии) и технологии воспитания. Е.О. Иванова указывает, что к характерным особенностям педагогических технологий относятся:

– основная идея, то есть определенная методологическая, философская позиция;

– четкая последовательность педагогических действий, операций, коммуникаций в соответствии с целевыми установками, конкретным ожидаемым результатом;

– педагогическое взаимодействие преподавателя со студентами;

– воспроизводство педагогом элементов педагогической технологии, направлено на достижение планируемых результатов (государственного стандарта);

– диагностический инструментарий, содержащий критерии, показатели измерения исследуемого объекта [2].

Важнейшей особенностью педагогических технологий выступает целеполагание, которое позволяет педагогу диагностировать свою деятельность и деятельность студентов, вносить коррективы в образовательный процесс. Основными функциями педагогических технологий являются следующие:

– гуманистическая, развивающая функция (реализация целей, создание условий и др.);

– методологическая функция (общая стратегическая направленность);

– функция проектирования и конструирования (планирование образовательных ситуаций, деятельности и др.).

К принципам реализации педагогических технологий относят:

– принцип целостности технологии (закономерности развития, инновационность, структура, взаимодействие);

– принцип вариативно-личностной организации обучения (адаптивность, влияние на учебную деятельность);

– принцип фундаментализации и профессиональной направленности технологии (формирование и развитие профессиональных качеств личности студента);

– принцип информационной поддержки технологичности обучения и воспитания (применение информационной компьютерной техники) и др.

Структурными компонентами педагогических технологий являются: цели; содержание; средства педагогического взаимодействия; субъекты; результат деятельности [3].

В современной педагогической практике реализуются различные педагогические технологии. Обратимся к одной из них – технологии проектного обучения. Проект – прототип, идеальный образ предполагаемого или возможного объекта, состояния; самостоятельно разработанное и изготовленное изделие (услуга) от идеи до ее полного воплощения. Под проектированием понимается процесс разработки реальных или условных проектов преобразований в образовательном процессе.

Обратимся к проектной деятельности, как интегративному творческому виду деятельности по созданию товаров и услуг, обладающих объективной или субъективной новизной и имеющих личную или общественную значимость. Данная технология рассматривается как гибкая модель организации образовательной деятельности. Она ориентирована на творческую самореализацию личности студентов, активизацию интеллектуальных и физических способностей, волевых качеств и творческого подхода к делу. К основным этапам работы над проектом можно отнести следующие:

– исследовательский этап, который включает в себя поиск проблем, выбор и обоснование, анализ, разработку проекта;

– технологический этап, подразумевающий выполнение технологических операций, сборку изделий и др.;

– заключительный этап, на котором осуществляется контроль и испытания изделий, маркетинговое исследование, подведение итогов, защита проекта.

Технологию проектного обучения мы реализуем в образовательном процессе вуза как совокупность наиболее оптимального содержания, форм, методов, средств в образовательной деятельности по решению конкретных задач: формированию качеств личности гражданина-патриота студента – будущего дизайнера. Ключевые составляющие технологий: методы, приемы, средства, формы [4].

В реализации технологии проектного обучения в современном вузе можно выделить следующие методы и приемы: убеждение, отождествление, пример, сопоставление, сравнение, анализ, оценка и самооценка, рефлексия, создание воспитывающих ситуаций и др. Средствами данной технологии являются деятельность, общение, отношения, искусство, литература, философия, наука, культура, религия, традиции, СМИ и др.

По мнению авторов статьи, наиболее эффективными формами работы со студентами – будущими дизайнерами являются: беседы («Жизнь великих людей», «Учитесь властвовать собой», «Человек и феномены его бытия» и др.), эссе («Шаг в профессию», «Я – дизайнер XXI века», «Мой идеал специалиста – дизайнера» и др.), открытый микрофон («Мой идеал», «У каждого свой смысл жизни»), диалоги-размышления («Счастье и смысл жизни», «Цена и ценность», «Лик – лицо – личина», «Свобода и долг», «Отечество любимое мое», «Общечеловеческие ценности и мир

моих ценностей»), лекторий («Человек», «Что есть духовная жизнь?» и др.), экскурсии (архитектурный ансамбль Троице-Сергиевой Лавры, Сергиево-Посадский государственный историко-художественный музей-заповедник и др.), паломничества (по монастырям, основанным св. преп. Сергием Радонежским и его учениками и др.), поисковые краеведческие мероприятия («Тропой преподобного Сергия», «Святые источники Сергиево-Посадского района» и др.); круглые столы («Образование – Культура – Духовность», «Образ преподобного Сергия Радонежского в искусстве»; конференции («Духовно-нравственное воспитание в семье», «Образовательное пространство – пространство культуры» и др.).

Обратимся к опыту проектной деятельности студентов в современном вузе. Так, студентам Московского государственного гуманитарного университета (МГГУ) им. М.А. Шолохова и Московского государственного областного университета (МГОУ) предлагалась тематика проектов, которые они разрабатывали в течение учебного года. Наиболее содержательные проекты были рекомендованы на ежегодный конкурс премии Губернатора Московской области «Наше Подмосковье».

Так, проект «Россия – Родина моя» по сохранению культурно-исторического наследия не только обогатил и расширил знания студентов, но и содействовал формированию качеств гражданина-патриота. Проект выполнялся на материале культурно-исторического наследия г. Сергиев Посад Московской области.

Сохранение культурного и исторического наследия Московской области является актуальной задачей. Культурно-историческое наследие – эта та почва, на которой произрастает Человек, в которой черпает корни духовности, нравственности, патриотизма, гражданственности.

Задачи проекта:

– вовлечение студентов – будущих дизайнеров в исследовательскую краеведческую деятельность;

– стимулирование самопознания, самоопределения, формирования качеств личности студента – будущего дизайнера;

– формирование гражданской, нравственной, эстетической культуры студентов;

– развитие творчества студентов в проектной деятельности и др.

Проекты разрабатывались по следующим этапам:

1. Организационный (выбор темы проекта, постановка цели и задач, поиск путей решения проблемы, организация работы Совета дела (из числа студентов).

2. Деятельностный (деятельность Совета дела по реализации проекта, размещение информации на сайте университета, внедрение программы).

3. Итоговый (разработка рекомендаций, защита проекта, подведение итогов, награждение).

Ожидаемые результаты от разработки проектов по сохранению культурно-исторического наследия г. Сергиев Посад Московской области:

– обогащение системы гражданско-патриотического, духовно-нравственного, профессионального, эстетического воспитания студентов – будущих дизайнеров;

– рост ценностного сознания молодого поколения, формирование гражданской активности, долга, чувства патриотизма, ответственности студентов – будущих дизайнеров;

– развитие мотивации к изучению, сохранению, популяризации и развитию культурно-исторического наследия и др.

Программа по сохранению культурно-исторического наследия г. Сергиев Посад, Московской области включает следующие мероприятия:

– ежегодный конкурс творческих работ в области графики, рисунка, живописи «Образ преподобного Сергия Радонежского»;

– традиционный круглый стол «Образ преподобного Сергия Радонежского в искусстве»;

– цикл экскурсий в музей-заповедник Троице Сергиевой Лавры;

– кураторские часы «Святые вожди земли Русской»;

– традиционные встречи со студентами и преподавателями Московской Духовной семинарии и академии;

– защита тем выпускных квалификационных работ по проблеме сохранения, изучения и популяризации культурно-исторического наследия Московской области и др. [5, с. 145–156].

В ходе разработки проектов важную роль играют межсубъектные отношения, позиции субъекта-педагога и субъекта-студента. Позиция субъекта-педагога:

– гражданская ответственность и социальная активность;

– любовь к окружающим людям, потребность и способность дарить им внимание, заботу, любовь;

– интеллигентность, духовная культура, желание и умение работать вместе с другими;

– профессионализм, творческий подход к научно-педагогической деятельности, готовность к созданию новых ценностей и принятию педагогических решений;

– стремление к постоянному самообразованию и готовность к нему.

Позиция субъекта-студента:

– обеспечение свободы выбора источников гражданско-патриотического воспитания;

– самостоятельность в определении и углубленном изучении литературы по проблеме сохранения культурно-исторического наследия;

– интеллектуальная независимость, самовыражение личности;

– формирование гражданско-патриотических качеств личности студента в процессе самовоспитания;

– воспитание активной гражданской позиции;

– самоорганизация в познавательной деятельности.

Взаимоотношения в ходе проектной деятельности основываются на соборности, со-трудничестве, со-творчестве, со-бытии [5, с. 39–40].

Соборность – это взаимное духовное, душевное обогащение, происходящее в разнообразных формах общения, взаимодействия, самоуправления субъектов. Со-трудничество – это совместное напряжение, совместный труд участников проектной деятельности, в которой со-трудничество (совместный труд) восходит к со-творчеству (совместному творчеству) в создании духовных, гражданских, патриотических, эстетических и других ценностей. Со-бытие – совместное бытие педагогов и студентов, содействующее профессиональному и личностному обогащению педагогов и студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Проекты студентов были рекомендованы на конкурсы различного уровня (внутривузовского, регионального и федерального значения). Результаты исследования опубликованы в книге авторов [5].

Технология проектного обучения выступает эффективным средством формирования качеств гражданина-патриота у студентов – будущих дизайнеров, о чем свидетельствует позитивная динамика сформированности уровней качеств гражданина-патриота у студентов.

Заключение

Таким образом, разработка студентами – будущими дизайнерами проектов содействует не только формированию гражданско-патриотических качеств личности студента, но и воспитанию субъекта культуры в целом. Технология проектного обучения, а также другие педагогические технологии выступают важнейшим средством формирования будущего специалиста. При этом культурно-историческое наследие является содержательной основой, способствующей интеллектуальному развитию, обогащению духовно-нравственного мира, формированию качеств Человека – Гражданина – Патриота.

Список литературы

1. Дроздов К.В., Зобков А.В., Маслова Е.Н., Плаксина И.В. Воспитательное пространство вуза как условие формирования социально-личностных компетенций студентов гуманитарных факультетов: монография. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. 264 с.

2. Иванова Е.О., Осмоловская И.М. Теория обучения в информационном обществе. М.: Просвещение, 2010. 107 с.

3. Общая и профессиональная педагогика: учебное пособие для студентов педагогических вузов / Под ред. В.Д. Симоненко. М.: Вентана-Граф, 2005. 368 с.

4. Компанейцева Г.А. Проектный подход: понятие, принципы, факторы эффективности // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 17. С. 363–368.

5. Савченко Е.А., Илюшина О.В. Духовно-нравственное воспитание, образование и культура: научно-методические и практические материалы (из опыта воспитательной работы и образовательной деятельности СПФ МГГУ им. М.А. Шолохова). Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2015. 294 с.

УДК 378.147

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРАТОРА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Свердев Р.Г.

Саратовский военный ордена Жукова Краснознаменный институт войск национальной гвардии России, Саратов, e-mail: rsverdev@mail.ru

Статья содержит основные положения работы куратора подразделения в военном вузе, связанной с подготовкой курсантов в освоении военной профессией, владении оружием и боевой техникой, способности руководить подчиненными в любых условиях. Обозначены основные направления в воспитании молодого поколения, а именно государственно-патриотическое, духовно-нравственное, правовое, эстетическое, физическое, воинское, экологическое, составляющие единую систему военно-профессионального воспитания будущего офицера. В статье находят отражение вопросы учебной и внеучебной деятельности, за которые несет ответственность куратор, такие как дисциплина, контроль успеваемости, положительная атмосфера сотрудничества. Институт кураторства в военном вузе в настоящее время претерпевает сложный процесс реконструкции и модернизации. Кураторская работа выражает суть «субъект-объектных» отношений. Субъект, а именно преподаватель-куратор или наставник, делится опытом, наблюдает за становлением молодых кадров, воздействует, применяя подходящие воспитательные меры. Курсант, являясь объектом воспитательного воздействия, впитывает и перенимает опыт старшего поколения. Необходимо отметить, что в настоящее время все чаще предъявляются требования к участникам педагогического процесса в подходе «субъект – субъект», причем обе стороны-участники – и педагоги, наставники, кураторы, и обучающиеся, курсанты, молодые специалисты, являются его субъектами, активно участвуют, принимают решения, осуществляют необходимые действия.

Ключевые слова: военный вуз, воспитательная деятельность, воспитательный процесс, куратор подразделения, курсанты

ORGANIZATION OF THE DIVISION CURATOR EDUCATIONAL ACTIVITY EXPERIENCE

Sverdev R.G.

Saratov Military Red Banner Institute of Russia`s National Guard Troops, Saratov, e-mail: rsverdev@mail.ru

The article contains the main principles of the work of the division supervisor with military students, connected with their education in the professional development, weapon and military equipment possession, abilities to lead the subordinates under any conditions. The general tendencies in the young generation training are mentioned among which there are state-patriotic, spiritual and moral, legal, esthetic, physical, military, environmental components in the single system of the professional education of the future officer. The article reflects the issues of educational and extra-curricular activities that are of the responsibilities of the supervisor, for instance, discipline, academic performance, positive atmosphere of cooperation. The institute of curator at a military college is currently undergoing a complex process of reconstruction and modernization. Curatorial work expresses the essence of «subject-object» relations. The subject, namely, the teacher-curator or mentor, shares experience, oversees the formation of young personnel, influences, applying appropriate educational measures. A cadet, being an object of educational influence, absorbs and adopts the experience of the older generation. It should be noted that nowadays more and more demands are made on the participants of the pedagogical process in the «subject-subject» approach, and both parties are participants, and teachers, mentors, curators, and students, cadets, young professionals are its subjects, actively participate , make decisions, carry out the necessary actions.

Keywords: military institution, educational activity, educational training, division supervisor, military students

Известно, что организация воспитательной деятельности в военных подразделениях берет начало со времен правления Петра I, когда произошли изменения в практике военного воспитания от стихийно-ситуативной к военно-педагогической системе. В отечественной педагогике воспитание представляет собой многосторонний процесс духовного взаимообогащения, обновления воспитателей и воспитуемых. Развитие российского государства влечет за собой формирование системы воспитания военнослужащих в России. Имена русских полководцев, например Петра I, П.Г. Румянцева, П.А. Потемкина, А.В. Суворова, М.И. Кутузова, напрямую связаны с вопросами воспитания молодых людей в теории и на практике во время становления русской армии и русского флота. Письменное отражение становления воспитанников находит себя в различных летописях, государственных документах, уставах.

Современные аспекты содержания воспитательной работы, цели, задачи, виды, принципы и направления воспитания личного состава Вооруженных сил Российской Федерации отражены в Концепции воспитания военнослужащих [1]. На войска на-

циональной гвардии России возлагается задача обеспечения государственной и общественной безопасности, защиты прав и свобод человек и гражданина согласно ФЗ от 3 июля 2016 г. № 226-ФЗ «О войсках национальной гвардии Российской Федерации» [2]. Офицеры русской армии являются теми людьми, от которых ждут проявления деловых и профессиональных, морально-боевых и общечеловеческих качеств наряду с другими, необходимыми в военном деле. В условиях становления войск национальной гвардии России это влечет за собой изменение структур, модернизацию целевых приоритетов, создание благоприятных предпосылок для совершенствования воспитательной деятельности в военном институте.

Изучение деятельности куратора широко представлено в современных научных исследованиях как изучение вопросов ее совершенствования [3], выявление педагогических условий ее организации [4], как построение модели воспитательной деятельности куратора [5] и др.

Цель исследования: научное обоснование теоретических основ функционирования воспитательных систем в целом и воспитательной деятельности в военном вузе в частности, кураторов подразделения; возможности активного участия в формировании военно-профессиональных и личностных качеств будущих офицеров, проектировании воспитательной деятельности куратора подразделения и ее эффективное профессиональное применение.

Материал и методы исследования: изучение нормативных и законодательных документов, анализ научно-педагогической литературы по проблеме исследования, выявление специфики и особенностей воспитательной деятельности куратора военного подразделения.

Результаты исследования и их обсуждение

Оснащение военных кадров на предмет комплектования боеготовности войск российской армии приобретает важное значение с каждым годом. На современном этапе происходит усложнение и повышение требований к офицерскому составу в вопросах владения оружием, соблюдения режима и условий службы, а также профессиональной компетенции и моральным качествам военнослужащих России.

Изменения в современном обществе, в образовании и других сферах деятельности участников воспитательного процесса объясняют актуальность решения задачи организации воспитательной деятельности в военном вузе, а именно требования к личности молодого воспитанника в рамках социального заказа общества и уровню владения общекультурными и профессиональными компетенциями выпускника военного вуза.

Вопросы деятельности куратора подразделения, изучение и анализ организации воспитательного процесса обозначают в качестве приоритета в воинском воспитании преобразование молодых курсантов в подготовленных к воинскому делу и военной службе дисциплинированных офицеров, владеющих оружием, боевой техникой, способных осуществлять руководство вверенными им людьми, как в мирных, так и боевых условиях.

Будущие офицеры должны развиваться целостно и гармонично в реализации духовных и материальных потребностей личности человека. Каждый человек должен найти свое место в мире, в гармонии со своими возможностями и потребностями, воплотить свои желания на практике в окружающей его действительности. Всестороннее развитие личности курсанта военного вуза способствует овладению военной профессией и выполнению воинского долга. Можно сказать, что целью воспитательного процесса в военном вузе является целенаправленное развитие будущих офицеров-профессионалов и становление их профессионального сознания.

В 2013 г. В.В. Путин отметил особо важность повышения качества подготовки русских офицеров, сказав, что образование военнослужащего должно быть конкурентоспособным гражданскому, так как будущий офицер должен быть профессионалом своего дела и высокоинтеллектуальным специалистом [6, с. 98]. Изменения не только в современном обществе, а во всем мире влекут за собой возрастание роли воспитания военнослужащих.

Основная цель воспитания офицера войск национальной гвардии предполагает всестороннее развитие личности военнослужащего и формирование высоких морально-боевых качеств. Организация и осуществление воспитательной работы требует больших усилий, чем формирование основной цели, необходима конкретизация качеств, которые характеризуют офицера-профессионала в военном деле, а также постановкой задач в сфере воспитательной работы.

Патриотизм и дисциплина, товарищество и взаимовыручка, честь и достоинство, мужество, смелость и решительность определим как необходимые качества профессионала в военном деле. Опираясь на поло-

жение основной цели военного воспитания, как включающей в себя специфические качества личности офицера профессионала, происходит отбор методов воспитательной работы, теорий, необходимых для обеспечения формирования военно-профессиональной личности будущего офицера. Непрерывный процесс формирования и развития гармоничной личности побуждает обучающихся к самосовершенствованию в вопросах будущей службы.

Нормативно-правовые акты, регламентирующие работу в области воспитания молодых кадров в сфере военной подготовки, позволяют выделить такие направления, как государственно-патриотическое, духовно-нравственное, правовое, эстетическое, физическое, воинское, экологическое. Необходимые офицеру-профессионалу качества специфичны по своему содержанию, что и позволяет в связи с этим разделять процесс воспитания по направлениям воспитательной работы. Все вышеперечисленные направления работы составляют единую систему военно-профессионального воспитания и представляют собой его содержательную сторону.

Профессиональная составляющая является центральным звеном в военном воспитании, объединяя воедино элементы системы воспитания курсантов. Военно-учебные заведения призваны готовить, прежде всего, профессионала в военном деле, готового к решению профессиональных задач в процессе освоения военного дела в условиях учебной и боевой деятельности, опираясь на имеющийся опыт и знания успешного достижения основной цели военно-профессионального воспитания.

Успешное военно-профессиональное воспитание требует от объекта (курсанта) и субъекта (куратора) этой деятельности четкого осознания не только цели, но и стоящих перед ними задач. В специфических условиях военного вуза кураторам воинских коллективов в своей воспитательной работе важно опираться на определенные закономерности.

Прежде всего, в воспитательной работе следует отталкиваться от нормативных положений, определяющих функции коллектива и военного подразделения. Важно помнить о воинской этике и воинской дисциплине в рамках профессиональной деятельности офицеров. Воинский долг, как нравственная норма поведения военнослужащего, определяется направлением государственной политики и назначением вооруженных сил страны, что должно учитываться при определении направлений воспитательной работы с курсантами. Национальные особенности и российские традиции в военном деле требуют использования исторического и современного опыта воинского воспитания, поскольку уровень воинской дисциплины, уставные отношения и организация военно-профессиональной подготовки оказывают непосредственное влияние на результаты воспитательной деятельности.

Развитие воспитательного процесса среди военнослужащих определяют такие значимые тенденции, как понимание сущности и характера данного процесса, практическое применение сформированных навыков профессионального труда. Знание основных закономерных тенденций, отражающих важнейшую сторону диалектики воспитательной деятельности, позволяет более конкретно и целенаправленно решать поставленные задачи на практике.

Непосредственно на уровне подразделения, воспитание курсантов осуществляется путем внедрения воспитательных возможностей в повседневную деятельность. Офицеры, командиры роты и взвода, являясь кураторами военных подразделений, ответственны за организацию воспитательного процесса в военном вузе. Считается, что кураторская деятельность позволяет организовать деятельность курсантов в области информационно-воспитательной работы, внеучебной деятельности, а также найти решение индивидуальных проблем, связанных со сплочением коллектива и взаимодействием внутри него. Сочетание современных методов и форм обучения используется куратором для эффективного обеспечения целенаправленного воспитательного процесса.

Воспитательная работа представляет собой комплекс информационно-пропагандистских, индивидуально-психологических, правовых, социально-экономических, морально-этических, культурно-досуговых, спортивно-массовых и иных мероприятий в рамках воспитательной работы в профессиональной подготовке военнослужащих. Все мероприятия должны быть разработаны с учетом развития гармоничной личности и необходимости внедрения мероприятий, связанных с формированием чувства патриотизма в сознании будущих специалистов. Межличностное взаимодействие всех субъектов воспитательной работы происходит согласованно и разносторонне, так как многоплановая воспитательная деятельность осуществляется на разных структурных уровнях вуза, факультета, кафедры, курса и других [6, с. 99].

Институт кураторства в военном вузе в настоящее время претерпевает сложный

процесс реконструкции и модернизации. Рассматривая становление кураторства, можно отметить, что объектом воспитательного процесса является воинский коллектив, учебный взвод. Задача куратора – привить курсантам навыки самовоспитания, самообучения и саморазвития для всестороннего развития личности [7]. Важно понимание необходимости этого процесса всеми участниками воспитательного процесса [8, с. 161].

В военном вузе традиционно распределяется кураторство за подразделениями следующим образом: курсантские батальоны курируют заместители начальника военного института, кураторами рот выступают начальники кафедр, соответственно, взводы находятся под кураторством профессорско-преподавательского состава [9, с. 131].

Подразумевается, что в случае необходимости кураторы готовы оказать любую консультацию, как индивидуальную, так и групповую, в вопросах информации или социализации. Творчество, контроль, организация благоприятного климата и обеспечение соблюдения дисциплины, являясь основными функциями кураторской деятельности, также являются и решением ситуационных задач [10, с. 19].

Информирование курсантов о предстоящих мероприятиях, в учебной и внеучебной деятельности, находится в зоне ответственности куратора, дисциплинарные вопросы, а также обеспечение и поддержание здорового и благоприятного микроклимата в коллективе [11], создание атмосферы сотрудничества и взаимовыручки и учебной группе лежит на кураторе. Куратор следит за соблюдением дисциплины в курируемой группе, контролирует участие курсантов во всех видах деятельности, особенно в области успеваемости и посещения занятий. Индивидуальные и творческие способности личности куратора позволяют расширить его влияние на воспитуемых, быть участником жизни своих подопечных.

Система кураторства должна активно развиваться, поскольку личность молодого человека находится в постоянном развитии, как целостная самоорганизующаяся система. Управление со стороны куратора помогает становлению молодых курсантов в образовательной среде вуза, так как именно в возрасте 17–25 лет для юноши общение с лично значимым человеком очень важно [12, с. 90–94]. Становление будущего специалиста в военном деле проходит зачастую в общении с куратором, который помогает избежать ошибок и неоднозначных ситуаций, поскольку возраст молодых курсантов позволяет предполагать, что они не всегда способны ответственно принимать решения, отдавать отчет в своих действиях и осознавать последствия своих поступков, а некоторые склонны попадать под негативное влияние со стороны, избегая законов нравственности. Постоянный контроль и поддержка со стороны куратора объясняет необходимость развития кураторства в военном вузе. Другим важным моментом, объясняющим необходимость развития кураторства в военном вузе, являются не исследовательские статьи, материалы и мнения практиков, затрагивающие тончайшие грани особенностей кураторской деятельности, а открытые дискуссии по каждому из поднимаемых вопросов о кураторстве.

Разработка и реализация субъектами воспитательной системы военного вуза специализированных комплексных целевых программ кураторской работы обоснованы закономерностями организации воспитательной деятельности куратора в воинских подразделениях, а также внутренними нормативными документами учебного заведения, его спецификой. В нашем случае это Положение о кураторах в военном институте МВД России г. Саратова [13, с. 26–28].

Поводя итог, отметим тот факт, что актуальность воспитательной работы в военном вузе на сегодняшний день очень высока. Авторитет куратора должен повышаться за счет проводимых воспитательных мероприятий с курсантами, развития межличностных взаимоотношений и постоянного мониторинга психологического состояния воспитанников. Поднимаемая проблема своевременна и требует теоретического осмысления деятельности куратора в образовательной среде военного вуза.

Итак, опыт организации воспитательной деятельности куратора подразделения – это результат систематического целенаправленного воздействия на личность военнослужащего. Воинское воспитание носит системный характер, имеет свою внутреннюю логику и представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных элементов. Показателем успешности воспитательного процесса является качество профессиональной подготовки выпускников, степень развития у них военно-профессиональных, личностных: патриотических, духовных, нравственных, моральных качеств. Профессиональное мастерство педагогов-кураторов, их педагогическая культура и личный пример являются одним из важнейших условий успешной воспитательной работы.

В заключение следует отметить, что профессиональная деятельность автора статьи направлена на повышении эффективно-

сти воспитательной деятельности куратора подразделения посредством современных форм, методов и средств воспитательной работы. В ходе проведенного исследования была сконструирована модель воспитательной деятельности куратора, которая в ходе внедрения в реальные условия военного вуза показала свою эффективность.

Результативность модели была доказана с помощью разработанного критериально-диагностического инструментария, в который входят критерии (мотивационный, содержательный, поведенческий, личностный), каждый из которых находит выражение в определенных показателях, что позволяет выявить три уровня сформированности военно-профессиональных и личных качеств курсантов: оптимальный (высокий), допустимый (средний), критический (низкий), а также проследить динамику процесса.

Полученные в ходе практической деятельности результаты позволяют разработать новые подходы к моделированию систем воспитания в военных учебных заведениях и обеспечить эффективность работы куратора по формированию военно-профессиональных и личных качеств будущих офицеров, что вносит вклад в развитие теории целостного педагогического процесса. Разработанная модель практически значима как система, соответствующая современным педагогическим условиям.

Список литературы

1. Концепции воспитания военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru/6724917/3e22e51c74db8e0b182fad67b502e640/#friends (дата обращения: 16.05.2019).

2. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 226-ФЗ «О войсках национальной гвардии Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/71433920/ (дата обращения: 13.05.2019).

3. Зайнуллина Л.Н. Совершенствование воспитательной деятельности куратора студенческой группы на диагностической основе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Казань, 2009. 21 с..

4. Горшкова М.А. Модель воспитательной деятельности куратора студенческой группы в педагогическом вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Москва, 2011. 20 с.

5. Филатов А.Ю. Педагогические условия организации воспитательной работы в военном вузе на современном этапе общественного развития: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.01. Рязань, 2011. 23 с.

6. Царева Н.А. Особенности организации воспитательной работы в военном вузе // Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 18 (12). С. 98–102.

7. Поршнева Е.Г., Родионов В.А. Роль куратора на военной кафедре гражданского вуза // Гуманитарные научные исследования. 2015. № 7. Ч. 1 [Электронный ресурс]. URL: http://human.snauka.ru/2015/07/11948 (дата обращения: 27.05.2019).

8. Ивченко Н.В. Становление и развитие института кураторства в военных вузах внутренних войск МВД России // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2013. № 1 (57). С. 160–164.

9. Свердев Р.Г. Роль куратора в воспитательной системе военного вуза войск национальной гвардии // Наука и школа. 2017. № 4. С. 130–134.

10. Зотикова Н.А. Особенности педагогической деятельности куратора в группе будущих педагогов профессионального обучения // Среднее профессиональное образование. 2007. № 11. С. 19.

11. Пихтелев А.М. Социальное партнерство в системе социальных отношений // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2017. Т. 11. № 4. С. 59–61.

12. Исаев И., Кролевецкая Е. Институт кураторства: проблемы эффективности // Высшее образование в России. 2007. № 5. С. 90–94.

13. Положение о кураторах в военном институте внутренних войск МВД России. Саратов: СВКИ, 2015. С. 26–28.

УДК 378:372.851

МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОРТФОЛИО

[1]Суховиенко Е.А., [2]Абдрахимова Д.И.

[1]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», Челябинск, e-mail: suhovienko@mail.ru;

[2]ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Челябинск, e-mail: abdrakhimovadi@susu.ru

В статье представлена структура математической компетентности студентов экономических направлений. Декомпозиция входящих в нее математических компетенций с помощью таксономии «знать, уметь, владеть» позволила разработать структуру портфолио для их диагностики. Установлена взаимосвязь конкретизированных требований математических компетенций и элементов портфолио. Показаны примеры таких элементов портфолио, как тестирование, кейсы, семестровые задания, олимпиадные задачи с явным указанием компонентов математических компетенций, на диагностику которых они направлены. На основе регрессионного анализа построена математическая модель, позволяющая получать не только итоговую, но и текущую оценку сформированности компетенций, что является основой для определения экзаменационной оценки студента и принятия коррекционных мер в процессе обучения. Представлена карта самооценки студентами собственных математических компетенций на основе портфолио и показано ее влияние на формирование умений самодиагностики. Приведены данные экспериментальной проверки построенной модели диагностики математической компетентности на основе портфолио. Показана эффективность диагностики по критериям качества информации о сформированности у студентов математических компетенций и развития у них мотивации и умений самодиагностики. С помощью методов математической статистики обоснована достоверность полученных результатов.

Ключевые слова: диагностика, структура портфолио, математические компетенции, модель, самооценка

DIAGNOSTIC MODEL OF MATHEMATICAL COMPETENCE STUDENTS OF ECONOMIC DIRECTIONS BASED ON PORTFOLIO

[1]Sukhovienko E.A., [2]Abdrakhimova D.I.

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: suhovienko@mail.ru;

[2]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, e-mail: abdrakhimovadi@susu.ru

The article presents the structure of mathematical competence of students of economic directions. The decomposition of mathematical competences that belong to it using the taxonomy of «know, be able, own» allowed us to develop a structure of a portfolio for their diagnosis. The interrelation of the concretized requirements of mathematical competences and elements of a portfolio is established. The examples of such elements of the portfolio as testing, case studies, semester assignments, and olympiad tasks with an explicit indication of the components of mathematical competences, which they are directed to diagnose, are shown. Based on the regression analysis, a mathematical model has been built, which allows to get not only the final, but also the current assessment of the competence formation, which is the basis for determining the student's examination score and taking corrective measures in the learning process. A self-assessment form of students' own mathematical competencies based on the portfolio is presented and its influence on the formation of self-diagnostics skills is shown. The data of experimental verification of the constructed model of diagnostics of mathematical competence based on the portfolio are given. The effectiveness of diagnostics on the criteria of quality of information on the formation of students ' mathematical competencies and the development of their motivation and self-diagnosis skills is shown. With the help of mathematical statistics methods, the reliability of the obtained results is substantiated.

Keywords: diagnostics, portfolio structure, mathematical competencies, model, self-assessment

Предоставление педагогам инструментов диагностики и преодоления индивидуальных пробелов в обучении математике – одна из задач, поставленных Концепцией развития математического образования в Российской Федерации [1]. Реализация высшего образования предполагает проведение диагностики в процессе обучения математике студентов вуза. Анализ существующей практики педагогической диагностики математической подготовки студентов показал, с одной стороны, необходимость ее эффективной организации, а с другой – недостаточность средств ее реализации. В современной системе образования широко используется портфолио, в том числе и для педагогической диагностики. В сфере высшего образования портфолио рассматривается как средство оценки сформированности компетенций [2] и как техно-

логия развития профессиональных и личностных качеств студентов [3].

Цель исследования: разработать и экспериментально проверить модель диагностики математической компетентности студентов экономических направлений на основе портфолио путем анализа диагностируемого феномена и установления соответствия средств и методов диагностики структуре математической компетентности.

Материалы и методы исследования

В основу нашего исследования положен метод моделирования для построения структурно-функциональной модели диагностики на основе портфолио и математической модели преобразования исходных диагностических данных в искомый показатель.

Результатом математической подготовки бакалавров экономических направлений мы полагаем их математическую компетентность. Структура математической компетентности отражает структуру математической деятельности, включая три основные части, каждая из которых конкретизируется соответствующим перечнем компетенций (рис. 1).

Компетенции, входящие в первую и вторую части математической компетентности, конкретизированы следующим образом (рис. 2), а конкретизация компетенции из третьей части связана с содержанием изучаемого материала и далее будет показана на примере темы «Интегральное исчисление».

Сопоставление конкретизированных требований к математической подготовке студентов с существующими в теории и практике средствами и методами диагностики позволило выявить входящие в структуру портфолио методы и средства. Все элементы математической компетентности диагностировались с помощью *тестирования* во время стартовой, текущей и промежуточной диагностики, на *экзамене* в ходе итоговой диагностики и являлись предметом *самодиагностики*. *Коллоквиум* служил для диагностики знания теоретического материала и владения приемами доказательств, а *контрольная работа* оценивала умение решать типовые задачи с помощью определенного интеграла. *Семестровое задание* направлено на диагностику умения применять определенный интеграл и владение методами моделирования. *Олимпиадные и нестандартные задачи*, например *вычислить интеграл* $\int_{-1}^{1} \frac{dx}{(e^x+1)(x^2+1)}$, позволяют оценить владение эвристическими приемами поиска решения задач, связанных с определенным. *Кейс* и *доклад* проверяют владение методами математического анализа и методами моделирования для решения практико-ориентированных экономических задач [4].

Опишем разработку содержательного наполнения модели на примере компетенции «Владение способностью составлять математические модели практико-ориентированных задач, находить способы их решений и интерпретировать практический смысл полученного математического результата» на примере темы «Интегральное исчисление». Знание основных математических моделей из области экономики проверяет следующее тестовое задание:

По какой формуле вычисляется производительность труда p(t), если A(t) – объем работы, выполненный на момент времени t?

1. $p(t) = A'(t)$.
2. $p(t) = \frac{A(t)}{t}$.
3. $p(t) = \frac{t}{A(t)}$.
4. $p(t) = A(t) \cdot t$.

Рис. 1. Структура математической компетентности

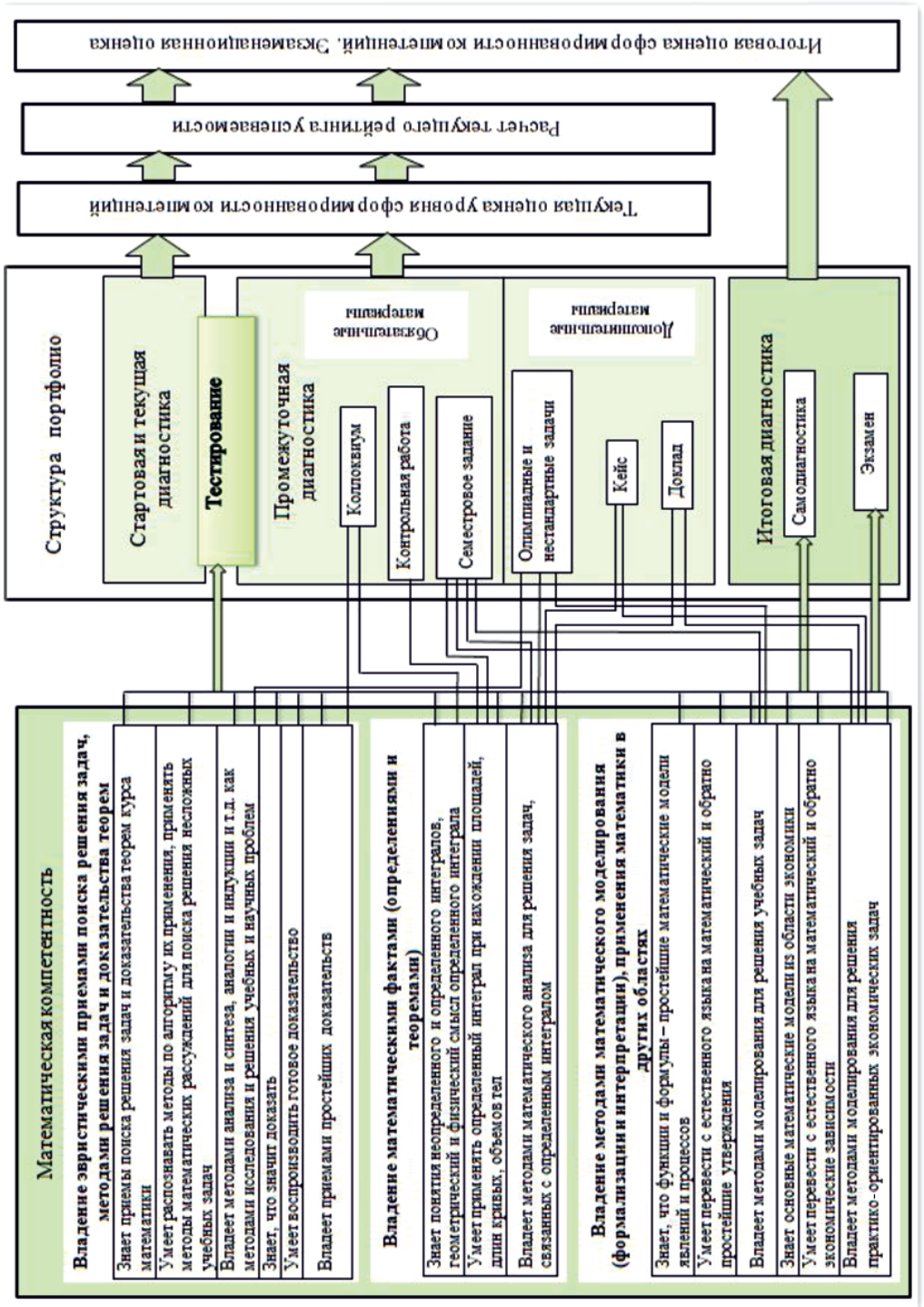


Рис. 2. Структура портфолио для диагностики математической подготовки студентов

Примером тестового задания для диагностики умения перевести с естественного языка на математический и обратно экономические зависимости является следующее:

Объем выпуска продукции предприятия в 2010 г. составлял 100000 единиц, и в каждом последующем году увеличивался на 10000 единиц. Себестоимость одной единицы продукции – 340 р., а норма амортизации равнялась 1,25% от себестоимости продукции. Найдите сумму амортизационных отчислений с 2010 по 2019 г.

1. $A = \int_0^{10} (100000 + 10000t) \cdot 340 \cdot 0,0125\, dt.$

2. $A = \int_0^{10} (100000 + 10000t) \cdot 340 \cdot 1,25\, dt.$

3. $A = \int (100000 + 10000t) dt \cdot 340 \cdot 0,0125\, dt + C.$

4. $A = (100000 + 10000 \cdot 10) \cdot 340 \cdot 0,0125.$

Одно из семестровых заданий по теме «Интегральное исчисление» содержало прикладную задачу: «*Поступление товара на склад описывается функцией* $V = 0,006t^2 - 0,3t + 75$, *а реализация этих товаров торгующей организацией описывается функцией* $V_1 = 0,003t^2 - 0,4t + 56$, *где t – количество дней. Определить запас товара в условных единицах по истечении 60 рабочих дней, если исходного товара на складе не было*», диагностирующую знание основных математических моделей из области экономики и владение методами моделирования для решения практико-ориентированных экономических задач. В качестве кейса студентам предлагалось задание: *первоначальное капиталовложение составляет 20 млн руб., планируется ежегодно увеличивать капитал на 6 млн руб. Определите дисконтированный доход за пять лет при процентной ставке 10,5%. Раскройте экономический смысл полученного результата.*

Опишем составление математической модели [5] для диагностики вышеуказанной компетенции. В тесте, диагностирующем знание основных математических моделей из области экономики и умение перевести с естественного языка на математический и обратно экономические зависимости, каждое тестовое задание оценивалось одним баллом и коэффициенты сформированности компетенции на уровне знания и умения вычислялись как процент верно выполненных заданий. Владение методами моделирования для решения практико-ориентированных экономических задач также оценивалось с помощью теста (каждое тестовое задание по 1 баллу), семестрового задания (каждая задача по 2 балла), доклада и кейса (каждый оценивался по 3 балла), и коэффициент сформированности компетенции на уровне владения вычислялся как процент набранных баллов от их максимальной суммы.

Для построения математической модели мы использовали метод наименьших квадратов, позволивший построить эмпирическое уравнение регрессии $y = 3,29 + 0,30x_1 + 0,23x_2 + 0,44x_3$, где x_1, x_2, x_3 – коэффициенты сформированности компетенций студента (по стобалльной шкале) на соответственно уровнях «знать», «уметь», «владеть». Полученное уравнение позволяет диагностировать текущее состояние сформированности компетенции в каждый момент времени. Это позволяет организовать коррекционную работу для ликвидации пробелов и недочетов, а также стимулировать студентов к улучшению своей математической подготовки. По каждой компетенции была построена своя математическая модель, учитывающая результаты всех контрольных мероприятий, затем вычислялось среднее значение коэффициента сформированности компетенций. В конце изучения дисциплины формировалась итоговая оценка сформированности компетенций, которая затем преобразовывалась в экзаменационную оценку.

В ходе итоговой самодиагностики студент должен был оценить свою деятельность по освоению дисциплины, выставив себе оценку, которую можно подтвердить теми или иными составляющими портфолио. После того, как все достижения были задокументированы, студенты просматривали свое портфолио и заполняли карту самооценки, в которой оценивали сформированность собственных компетенций и в свободной форме описывали положительные и отрицательные моменты своей учебной деятельности при изучении дисциплины, отмечали лучшие свои работы (рис. 3). Например, студентка Мария И. пишет, что в процессе изучения темы «Интегрирование функций одной переменной» она узнала, что многие явления и процессы экономики описываются с помощью определенного интеграла, научилась применять интеграл для вычисления объёма продукции, произведенный за данный промежуток времени, приращения капитала по объему инвестиций, величины банковского вклада по его начальной величине и процентной ставке, добавочной выгоды (излишка) производителя и потребителя. Аргументированное заполнение карты самооценки позволяло студенту повысить свою итоговую оценку.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ эффективности диагностики математической подготовки студентов на основе портфолио проводился в процессе опытно-поисковой работы на факультете экономики и управления Южно-Уральского государственного университета в 2012–2019 гг. по показателям сформированности мотивации, умений самодиагностики студентов и качества информации, полученной с помощью портфолио, о сформированности у них математических компетенций.

Уровень мотивации студентов оценивался с помощью методики «Определение уровня мотивации достижения успеха» [6]. Мы выделили три группы исследуемых: характеризующихся мотивом стремления к успеху (высокий уровень), характеризующихся мотивом избегания неудачи (низкий уровень), составляющих средний уровень. Уровень рефлексивности оценивался по методике А.В. Карпова [7]. Результаты опытно-поисковой работы представлены в таблице.

По обоим показателям значение критерия Пирсона $\chi^2_{эксп}$ больше $\chi^2_{кр}$, значит, изменение уровней сформированности мотивации и рефлексии, обусловленное реализацией модели педагогической диагностики математической подготовки на основе портфолио, является достоверным.

Компетенция	Критерии сформированности компетенций по уровням			Выставленный студентом балл	Подтверждение оценки элементом портфолио
	Я узнал(а) (1 балл)	Я научился(ась) (2 балла)	Я владею (3 балла)		
Владеть методами поиска решения задач и доказательства теорем курса математики	приемы поиска решения задач и доказательства теорем курса математики	распознавать методы по алгоритму их применения, применять методы математических рассуждений для поиска решения несложных учебных задач	методами анализа и синтеза, аналогии и индукции и т.д. как методами исследования и решения учебных и научных проблем		
Владеть способами доказательства основных утверждений из курса математики	что значит доказать	воспроизводить готовое доказательство	приемами простейших доказательств		
Уметь переводить на математический язык проблемы, поставленные в терминах других предметных областей или других областей математики	что функции и формулы – простейшие математические модели явлений и процессов	перевести с естественного языка на математический и обратно простейшие утверждения	методами моделирования для решения учебных задач		
Обладать способностью составлять математические модели практико-ориентированных задач, находить способы их решений и интерпретировать практический смысл полученного математического результата	основные математические модели из области экономики	перевести с естественного языка на математический и обратно экономические зависимости	методами моделирования для решения практикоориентированных экономических задач		
Готов использовать основные положения и базовые методы математики	определение первообразной; определение неопределенного интеграла; определение определенного интеграла; формулу Ньютона-Лейбница; признаки сходимости несобственного интеграла; формулу длины дуги; формулу площади криволинейной трапеции	находить неопределенный интеграл; находить определенный интеграл; вычислять несобственный интеграл; вычислять площади фигур, ограниченных линиями; вычислять длины дуг кривых; вычислять объем тела, полученного вращением плоской фигуры	основными методами вычисления первообразной; методами вычисления определенного интеграла; методами исследования сходимости несобственного интеграла		
Максимальный балл 15	% от максимального балла				

Рис. 3. Карта самооценки студента

Качество информации о сформированности у студентов математической компетентности мы определяем как степень соответствия результатов диагностики с помощью портфолио экспертным оценкам. Ранговый коэффициент корреляции К. Спирмена этих двух рядов оценок для группы из 40 студентов составил 0,56, что превышает критическое значение 0,40 на уровне значимости 0,01. Таким образом, результаты диагностики математической компетентности студентов на основе портфолио коррелируют с результатами экспертной оценки, что свидетельствует о качестве диагностической информации.

Динамика уровня сформированности мотивации и рефлексивности

	Уровень сформированности мотивации		Уровень рефлексивности	
	До начала опытно-поисковой работы	После опытно-поисковой работы	До начала опытно-поисковой работы	После опытно-поисковой работы
высокий	15	25	13	28
средний	35	48	36	47
низкий	94	71	95	69
Всего	144	144	144	144

Выводы

Выявив структуру математической компетентности студентов экономических направлений, мы разработали структуру портфолио, включающую стартовую, текущую, промежуточную и итоговую диагностику. Разработанная модель диагностики на основе портфолио устанавливает взаимосвязь компетенций, конкретизирующих математическую компетентность, и элементов портфолио. Содержательное наполнение модели реализует соответствие математических компетенций и средств и методов их диагностики.

На основе регрессионного анализа была построена математическая модель для количественной оценки компетенций, суммирующая результаты всех контрольных мероприятий, определяющих структуру портфолио. Экспериментальная проверка построенной модели позволила судить о ее эффективности как соответствии критериям сформированности мотивации, умений самодиагностики и качеству информации о процессе и результатах математической подготовки студентов.

Список литературы

1. Концепция развития математического образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156618/ (дата обращения: 19.05.2019).

2. Николаева В.И. Портфолио как метод оценки уровня сформированности компетенций // Инновации и современные технологии в системе образования: материалы III международной научно-практ. конф. Прага: Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2013. С. 235–236.

3. Благовисная А.Н. Портфолио по математическим дисциплинам как средство развития профессиональной Я-концепции студента // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 9 (115). С. 148–153.

4. Суховиенко Е.А., Абдрахимова Д.И. Кейс как средство диагностики математической подготовки студентов // Преподавание математики и информатики в школах и в вузах: проблемы содержания, технологии и методики: сб. науч. и научно-практ. статей VI Всероссийской научно-практической конференции. Глазов, 2018. С. 133–138.

5. Суховиенко Е.А. Математическая модель рейтинговой системы диагностики компетенций будущих учителей математики // Актуальные проблемы развития среднего и высшего образования: межвузовский сб. науч. трудов. Челябинск: КрайРА, 2015. С. 92–98.

6. Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Диагностика мотивации достижения (А. Мехрабиан) // Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. М., 2002. С. 98–102.

7. Карпов А.В. Рефлексивность как психическое свойство и методики её диагностики // Психологический журнал. 2003. Т. 24. № 5. С. 45–57.

УДК 378.183

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЛОДЕЖИ В ПРОЦЕССЕ ВОЛОНТЕРСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Харьковская Е.В., Белецкая Е.А., Посохова Н.В., Гламазда С.Н.

ГБОУ ВО «Белгородский государственный институт искусств и культуры», Белгород, e-mail: elena.xarkovskaya@mail.ru

В статье рассматривается волонтерская деятельность как движущая сила общества, это особое социально-культурное пространство для реализации личности и формирования характера человека и его отношения к окружающему миру. Авторы статьи подчеркивают, что главной чертой волонтерства является проявление гражданской активности человека, своеобразная форма выражения активности общества, в рамках которой происходит реализация социальных интересов и прав гражданина, защита прав и свобод человека. С учетом теоретического и практического обоснования авторами статьи был выявлен ряд противоречий: потенциальными возможностями социально-культурных условий формирования гражданской активности молодежи в процессе волонтерского движения и недостаточным их использованием в практической деятельности учреждений культуры; необходимостью решения задач по формированию гражданской активности молодежи и недостаточным научно-теоретическим обоснованием потенциала волонтерского движения. Авторы статьи обращают внимание на полученные в ходе исследования результаты, что среди молодежи можно выделить ответственных, инициативных, с большим потенциалом на реализацию создания будущего нашей страны. Молодежь заинтересована в развитии и улучшении своей страны, многих молодых людей влечет помогать другим, неся за это ответственность. В ходе исследования научно обоснован, разработан и апробирован проект, направленный на вовлечение молодежи в волонтерскую деятельность по формированию гражданской активности в условиях учреждений культуры. Обращается внимание на концептуальную основу данного проекта, которая представляет собой ценностно-нормативную основу взаимодействия культурно-досуговых учреждений с другими субъектами социализации – семьей, образовательными учреждениями, общественными организациями, учреждениями дополнительного образования, администрацией села, средствами массовой информации. Целью проекта является популяризация добровольчества среди молодежи, повышение социально-культурной активности в молодежной среде, а также развитие волонтерского (добровольческого) движения. Создание данного проекта позволило приобщить молодежь к социальным проблемам, к ситуациям в мире, в районе, в селе. Все это в совокупности способствует формированию гражданской активности молодежи в процессе волонтерской деятельности.

Ключевые слова: волонтерство, молодежь, социально-культурная деятельность, гражданская активность, учреждения культуры

FORMATION OF CIVIL ACTIVITY OF YOUTH IN THE VOLUNTER MOVEMENT PROCESS

Kharkovskaya E.V., Beletskaya E.A., Posokhova N.V., Glamazda S.N.

Belgorod State Institute of Arts and Culture, Belgorod, e-mail: elena.xarkovskaya@mail.ru

The article discusses volunteer activity as a driving force of society, it is a special socio-cultural space for the realization of the individual and the formation of a person's character and attitude to the world around them. The authors of the article emphasize that the main feature of volunteering is the manifestation of human civic activity, a peculiar form of expressing the activity of society, within which social interests and rights of a citizen are realized, the protection of human rights and freedoms. Taking into account the theoretical and practical justification, the authors of the article revealed a number of contradictions: potential opportunities of social and cultural conditions for the formation of civic activity of young people in the process of volunteer movement and their insufficient use in the practice of cultural institutions; the need to solve the tasks on the formation of civic activity of young people and insufficient scientific and theoretical substantiation of the potential of the volunteer movement. The authors of the article draw attention to the results obtained in the course of the study, that among young people can be identified responsible, initiative, with great potential to realize the creation of the future of our country. Young people are interested in developing and improving their country; many young people are attracted to helping others, taking responsibility for this. The study scientifically substantiated, developed and tested a project aimed at involving young people in volunteer activities in the formation of civic activism in the conditions of cultural institutions. Attention is drawn to the conceptual basis of this project, which is a value-normative basis for the interaction of cultural and leisure institutions with other subjects of socialization – the family, educational institutions, public organizations, institutions of supplementary education, the village administration, the media. The goal of the project is to popularize volunteering among young people, increase socio-cultural activity among young people, and also develop a volunteer (voluntary) movement. The creation of this project allowed the youth to be introduced to social problems, to situations in the world, in the region, in the village. All this together contributes to the formation of civic activity of youth in the process of volunteering.

Keywords: volunteering, youth, socio-cultural activities, civic activism, cultural institutions

За последние десятилетия в современном мире произошло большое количество культурных, социальных, политических, а также экономических изменений, что привело к необходимости возрождение ценностных ориентиров общества и гражданского воспитания. В этих условиях резко встает вопрос об участии именно совре-

менной молодежи в деятельности общественных организаций, о формировании и воспитании гражданской активности молодежи. Именно от них, от их уровня развития и притязаний зависит будущее государства и общества в целом.

2018 год в России объявлен Годом добровольца и волонтера. Об этом объявил Президент РФ Владимир Путин на всероссийском форуме «Доброволец России». Этот год позволит дать дополнительный импульс к развитию волонтерского движения в России. Добровольческое движение – одна из самых актуальных сегодня в российском гражданском обществе тенденций и направлений развития [1].

Центральное место в нашем обществе занимает процесс создания гражданского общества. В этих условиях резко встает вопрос об участии современной молодежи в деятельности общественных организаций, о формировании и воспитании гражданской активности современной молодежи. Именно от молодежи, от их уровня развития и притязаний зависит будущее государства и общества [2, с. 16].

Современная молодежь имеет большие возможности для участия в деятельности государства и общества, но при этом некоторая часть молодого поколения остается маргинализированной, поэтому государствам-членам ООН нужно создавать все необходимые условия для самореализации молодежи, для их доступа к благам глобализации [3].

Правительство России заинтересовано в социально активной молодежи. Главной чертой волонтерства является проявление гражданской активности человека, своеобразная форма выражения активности общества, в рамках которой происходит реализация социальных интересов и прав гражданина, защита прав и свобод человека [4, с. 34].

Е.В. Великанова отмечает, что появление большого числа добровольческих организаций и движений приносят новую волну в демократизацию российского общества. Именно в волонтерстве молодежь ощущает себя нужной и частью чего-то большего [5, с. 143].

Т.В. Казакова выделяет следующие функции волонтерства как направления воспитательной деятельности в вузе: овладение социально-профессиональными умениями и навыками за счет расширения социальных связей; появление новых карьерных возможностей; обогащение собственного социального капитала; реализация личного потенциала [6].

Таким образом, одной из приоритетных задач современного общества является формирование базовой культуры и гражданской позиции молодежи, способности к труду и жизни в условиях современной цивилизации и демократизации общества через развитие и поддержку студенческих общественных организаций и объединений.

Цель исследования: выявление социально-культурных условий формирования гражданской активности молодёжи в процессе волонтерского движения, разработка проекта по исследуемой проблеме.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: теоретические – анализ научной, социологической, культурологической, педагогической и психологической литературы; эмпирические – наблюдение, сравнение, контент-анализ, анкетирование.

К основным условиям формирования гражданской активности молодежи можно отнести:

– активную включенность молодежи в волонтерскую деятельность ориентированную на развитие гражданской активности;

– активизацию проектной деятельности в аспекте гражданской активности молодежи посредством волонтерского движения.

Научно обоснован, разработан и апробирован проект, направленный на вовлечение молодежи в волонтерскую деятельность по формированию гражданской активности в условиях учреждений культуры.

Основными проблемами современной молодежи в России на сегодняшний день являются: проблема алкоголизма, наркомании и преступности, проблемы морально-нравственных и ценностных ориентаций молодого поколения, изменения ценностных ориентаций в современном обществе, влияние изменившегося мировоззрения, переоценка культурных ценностей и норм.

Центральное место в нашем обществе занимает процесс создания гражданского общества.

Именно от молодежи, от их уровня развития и притязаний зависит будущее государства и общества. От современной молодежи в настоящее время требуется всестороннее и эффективное участие в различных молодежных организациях, а также других организаций гражданского общества на местном, национальном, региональном и международном уровнях. Современная молодежь имеет большие возможности для участия в деятельности государства и общества, но при этом некоторая часть молодого поколения остается маргинализированной, поэтому государству необходимо создавать все необходимые условия для самореализации молодежи, для их доступа к благам глобализации [7, с. 225].

Одним из приоритетных направлений государственной политики в области молодежной политики является поддержка молодежной добровольческой деятельности.

Поддержка может осуществляться учреждениями культуры, на базе которых может быть организовано волонтерское движение по формированию гражданской активности молодежи [8].

Так организация волонтерского движения по формированию гражданской активности молодежи может быть осуществлена на базе Муниципального бюджетного учреждения культуры «Центр культур-

ного развития села Скородное» Губкинского района Белгородской области.

Центр культурного развития в с. Скородное осуществляет свою работу по 10 направлениям для воспитания гражданской активности подростков и молодежи: патриотическое воспитание, духовно-нравственное воспитание, добровольческое движение, пропаганда здорового образа жизни и спорта, развитие творческого мышления, духовная направленность, работа с подростками, оказавшимися в социально опасном положении, проектная работа, помощь ветеранам, детям ВОВ и другое.

С целью выявления уровня сформированности гражданской активности молодежи нами было проведено социологическое исследование среди молодежи на базе МБУК «ЦКР с. Скородное» на тему «Гражданственность и «Я».

Основным методом исследования был выбран метод анкетирования. Вниманию участников была предложена анонимная анкета, состоящая из 20 вопросов, на которые предлагалось выбрать один из предложенных вариантов ответа или ответит в произвольной форме. В результате проведённого анкетирования было опрошено 215 человек, проживающих в с. Скородное.

Результаты исследования и их обсуждение

Подростки с 14 до 17 лет составляют 46 %, молодежь 18–30 лет – 54 %.

Таким образом, большинство респондентов – это молодежь женского пола (53 %), возраст большинства респондентов составил 18–30 лет (54 %).

Проведенный анализ анкетирования показал следующие результаты:

На первый вопрос анкеты (Какими качествами должен обладать гражданин страны?) были получены следующие результаты (рис. 1).

Второй вопрос анкеты позволил узнать заинтересованность молодежи к происходящим ситуациям в стране (рис. 2).

Как видно из диаграммы, большинтсво молодых людей мало заинтересованы в том, что происходит в нашей стране.

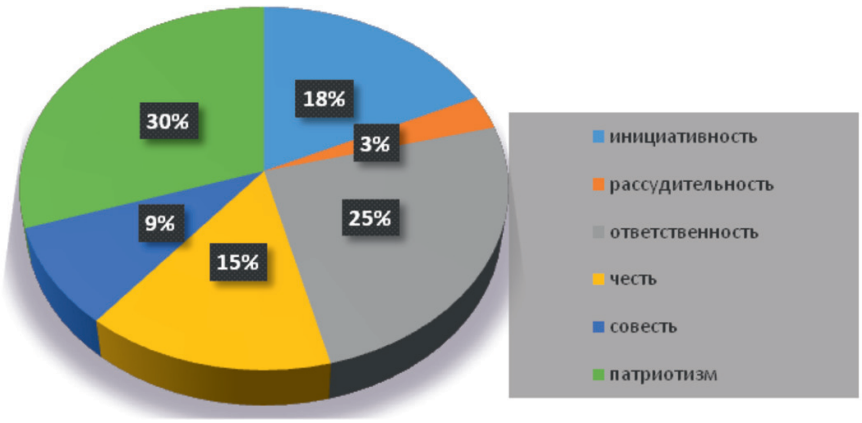


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос «Какими качествами должен обладать гражданин страны»?

Рис. 2. Распределение ответов на вопрос «Заинтересованность молодежи политической жизнью страны»

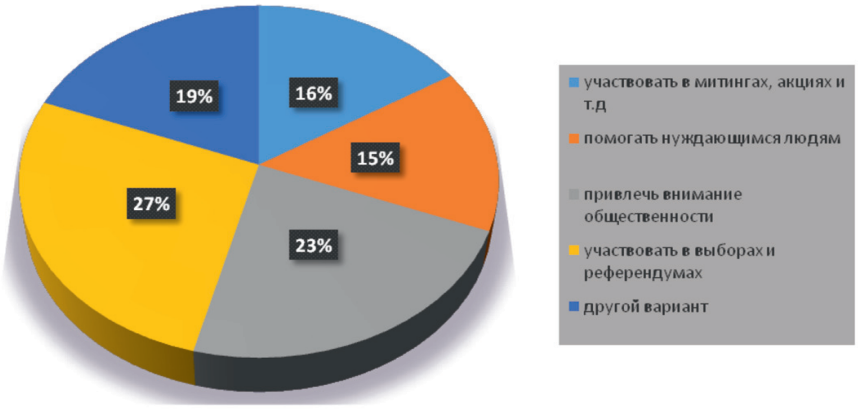


Рис. 3. Распределение ответов на вопрос «Какими способами человек может выразить свою гражданскую позицию?»

При ответе на вопрос «Какими способами человек может выразить свою гражданскую позицию?» были получены следующие данные (рис. 3).

На четвертый вопрос «Почему Вы решили стать волонтером?» респонденты ответили следующим образом: 45% хотят помогать и отвечать людям за добро добром; 35% предпочли получить опыт работы в определенной сфере; для 10% стало важно познакомиться с нужными людьми и 10% написали свой вариант ответа.

В ходе ответа на следующий вопрос нашей анкеты были получены следующие данные: на вопрос «Как Вы себе представляете содержание волонтерской деятельности?» были получены следующие результаты: 67% выбрали вариант ответа – безвозмездный труд во благо других людей, 26% ответили, что это частично оплачиваемый труд во благо других; и только 7% ответили – оплачиваемый труд как любой другой.

Таким образом, мнения разделились и сложно определить, каким образом большинство молодых людей выражают свою гражданскую позицию.

Проанализировав полученные данные, мы пришли к следующим выводам:

1) среди молодежи можно выделить ответственных, инициативных, с большим потенциалом на реализацию создания будущего нашей страны.

2) молодежь заинтересована в развитии и улучшении своей страны, многих молодых людей влечет помогать другим, неся за это ответственность [9].

Таким образом, на базе учреждений культуры может быть организовано волонтерское движение по формированию гражданской активности молодежи.

Подводя итоги анкетирования среди молодежи с. Скородное, мы пришли к выводу о необходимости разработать и внедрить проект «Дорогою Добра» с целью формирования гражданской активности молодёжи в процессе волонтерского движения на базе Муниципального бюджетного учреждения культуры «Центр культурного развития с. Скородное».

Концептуальная основа данного проекта представляет собой ценностно-нормативную основу взаимодействия культурно-досуговых учреждений с другими субъектами социализации – семьей, образовательными учреждениями, общественными организациями, учреждениями дополнительного образования, администрацией села, средствами массовой информации.

Целью проекта является популяризация добровольчества среди молодежи, повышение социально-культурной активности в молодежной среде, а также развитие волонтерского (добровольческого) движения на территории с. Скородное.

Перед нами были поставлены следующие задачи:

– повышение мотивации молодежи к участию в добровольческой деятельности;

– снижение уровня социальной напряженности подростков и молодежи посредством получения ими позитивных эмоций при участии в мероприятиях;

– формирование умения молодежи принимать и оказывать психологическую и социальную поддержку окружающим;

– взаимодействие в коллективе и принятие общих решений;

– умение работать в команде.

Условия для организации волонтерского движения:

1. Взаимодействие специалистов различных областей при обучении волонтеров и подготовке мероприятий.

2. Использование разнообразных форм организации профилактической деятельно-

сти (акции, концертные программы, благотворительные операции и т.д.).

3. Информационное обеспечение опыта работы (фотоотчеты, видеоролики).

Создание данного проекта позволило приобщить молодежь к социальным проблемам, к ситуациям в мире, в районе, в селе. Все это в совокупности способствует формированию гражданской активности молодежи в процессе волонтерской деятельности.

Выводы

Основными проблемами современной молодежи в России на сегодняшний день являются: проблема алкоголизма, наркомании и преступности, проблемы морально-нравственных и ценностных ориентаций молодого поколения, изменения ценностных ориентаций в современном обществе, влияние изменившегося мировоззрения, переоценка культурных ценностей и норм [10, с. 77].

Центральное место в нашем обществе занимает процесс создания гражданского общества. В настоящее время от российской молодежи требуется всестороннее и эффективное их участие в молодежных организациях, а также других организаций гражданского общества на местном, национальном, региональном и международном уровнях. Современная молодежь имеет большие возможности для участия в деятельности государства и общества, но при этом некоторая часть молодого поколения остается маргинализированной, поэтому необходимо создавать все необходимые условия для самореализации молодежи, для их доступа к благам глобализации.

В связи с этим одним из приоритетных направлений государственной политики в области молодежной политики является поддержка молодежной добровольческой деятельности.

В нашем исследовании на базе Муниципального бюджетного учреждения культуры «Центра культурного развития с. Скородное» нами был проведен социологический опрос на тему «Досуговые предпочтения молодежи с. Скородное» и разработан проект по реализации социально-культурных условий формирования гражданской активности молодежи в процессе волонтерского движения.

Проанализировав полученные данные, мы пришли к следующим выводам:

– среди молодежи можно выделить ответственных, инициативных, с большим потенциалом на реализацию создания будущего нашей страны;

– молодежь заинтересована в развитии и улучшении своей страны, многих молодых людей влечет помогать другим, неся за это ответственность.

В ходе исследования нами был разработан и реализован проект «Дорогою Добра» с целью формирования социально-культурных условий гражданской активности молодежи в процессе волонтерского движения на базе Муниципального бюджетного учреждения культуры «Центра культурного развития с. Скородное». Охват молодежи в возрасте от 14 до 30 лет. Реализация проекта, положительно повлияла на повышение гражданской ответственности и активности молодежи средствами волонтерского движения. Что в свою очередь создает благоприятные правовые, социальные, экономические условия и возможности на базе учреждений культуры для реализации прав полноценного участия граждан, в особенности молодежи, в общественно полезной жизни региона.

Разработка и реализация данного проекта позволили приобщить молодежь к социальным проблемам, к окружающему его миру, к злободневным проблемам в стране, в районе, в селе. Все это в совокупности способствует формированию гражданской активности молодежи в процессе волонтерского движения.

Список литературы

1. Стратегия развития молодежи Российской Федерации на период до 2025 гг. [Электронный ресурс]. URL: http://vmo.rgub.ru/ actual/strategy_2025 (дата обращения: 09.04.2019).

2. Волкова Н.В., Гусева Л.А. Гражданская активность как зеркало политических, духовных и культурных ценностей общества // Научное обозрение. Реферативный журнал. 2014. № 1. С. 80–81.

3. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 62/126 от 5 марта 2007 г. «Политика и программы, касающиеся молодежи: молодежь в мировой экономике – содействие расширению участия молодежи в социально-экономическом развитии» [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/ru/ga/third/62/third_res.shtml (дата обращения: 06.06.2019).

4. Григорьев И.Н. Потенциал волонтерского движения в воспитании гражданской активности молодежи // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2014. С. 30–34.

5. Великанова Е.В. Волонтерские организации учебных заведений как фактор формирования социально-культурного пространства // Вестник Тамбовского университета. 2012. №12 (116). С. 140–146.

6. Казакова Т.В. Волонтерство как направление воспитательной работы в вузе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4 [Электронный ресурс]. URL: http://cyberleninka.ru/article/ n/volonterstvo-kak-napravlenie-vospitatelnoy-raboty-v-vuze (дата обращения: 02.04.2019).

7. Красавина Е.В. Мотивационные аспекты участия молодежи в волонтерской деятельности // Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2018. Ч. 3. С. 224–227.

8. Львова С.В. Организация волонтерского движения в образовательной организации: учеб.-метод. пособие: в 3 ч. М.: Перо, 2018. Ч. 1. 101 с.

9. Топалов М.Н. Молодежная культура: Молодежь и проблемы современной художественной культуры: сб. научных трудов. Л., 1990. С. 13–28.

10. Горлова Н.И. Современные тенденции развития института волонтерства в России // Вестник Костромского государственного университета. 2017. Т. 23. № 3. С. 77–80.

УДК 37.012:372.891

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРОДСКИХ ЭКСКУРСИЙ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

[1]Шевченко И.А., [1]Соткина С.А., [2]Бикмаева А.В., [3]Коллегаева Н.М., [4]Бурлака А.А., [4]Жуковская И.Е.

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени К. Минина», Нижний Новгород, e-mail: irina-dzr52@mail.ru;
[2]Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Дзержинский филиал, Москва;
[3]МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 6 им. К. Минина», Балахна;
[4]МБОУ «Средняя общеобразовательная школа», Дзержинск

В статье рассмотрена актуальная проблема формирования у школьников географической культуры, географической «карты» своего ближайшего окружения как составной части общей культуры человека. Географическая культура школьника как главная цель географического образования формируется на уроках географии и во внеклассной работе по предмету: Мы считаем, что в дополнительном географическом образовании необходимо изучать геоэкологические особенности своего города, широко использовать краеведческий материал на уроках географии. Разделяя эту точку зрения, в данной статье изучение геоэкологических особенностей своего города в рамках городских экскурсий рассматривается на примере г. Дзержинска Нижегородской области, так как этот город входит в число самых загрязненных городов России по результатам исследований Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Города Нижегородской области являются одним из тех географических объектов, знакомство с которыми намного может расширить представления у учащихся о родном крае, ещё более углубить чувство любви к своей малой родине и вместе с тем расширить и углубить их знания в области географии и краеведения, доставить много новых практических необходимых сведений. Предлагаемые маршруты географических краеведческих экскурсий по городам Нижегородской области даются применительно к курсам физической и, главным образом, социально-экономической географии России и рассчитаны как на учебное время года, так и на каникулярное. По каждому маршруту даются основные наметки того, что и в каком направлении следует изучать, поскольку подробная географическая краеведческая характеристика объектов должна быть сделана в ходе самой экскурсии на основе как полученных во время ее, так и предварительно изученных материалов. Важно подчеркнуть, что городские географические экскурсии имеют большое значение и для выбора учащимися своей будущей профессии. Материалы статьи представляют практическую ценность, направленную на развитие дополнительного географического образования.

Ключевые слова: город, городской ландшафт, экскурсия, планировка, Дзержинск, кружок, дополнительное географическое образование, географическая культура

THE FEATURES OF THE URBAN EXPERIENCE ADDITIONAL GEOGRAPHIC EDUCATION

[1]Shevchenko I.A., [1]Sotkina S.A., [2]Bikmaeva A.V., [3]Kollegaeva N.M., [3]Burlaka A.A., [4]Zhukovskaya I.E.

[1]Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after K. Minin, Nizhny Novgorod, e-mail: irina-dzr52@mail.ru;
[2]The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow;
[3]MBOU «Secondary school № 6. K. Minin», Balakhna;
[4]MBOU «Secondary school», Dzerzhinsk

The article deals with the actual problem of the formation of students ' geographical culture, geographical «map» of their immediate environment as part of the overall human culture. Geographical culture of the student as the main goal of geographical education is formed in geography lessons and in extracurricular activities on the subject: We believe that in additional geographical education it is necessary to study the geo-ecological features of the city, widely use local history material in geography lessons. Sharing this point of view, in this article the study of geoecological features of the city within city excursions is considered on an example of Dzerzhinsk of the Nizhny Novgorod region as this city is among the most polluted cities of Russia by results of researches of the Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation. The cities of the Nizhny Novgorod region are one of those geographical objects, acquaintance with which can greatly expand the students ' understanding of their native land, further deepen the sense of love for their small homeland, and at the same time expand and deepen their knowledge in the field of geography and local history, deliver a lot of new practical necessary information. The proposed routes of geographical local history excursions to the cities of the Nizhny Novgorod region are given in relation to the courses of physical and, mainly, socio-economic geography of Russia and are designed for both the academic time of the year and on vacation. For each route, the main outlines of what and in what direction should be studied, since the detailed geographical characteristics of the objects should be made during the tour itself on the basis of both received during it and previously studied materials. It is important to emphasize that urban geographical tours are of great importance for students to choose their future profession. The materials of the article are of practical value aimed at the development of additional geographical education.

Keywords: city, urban landscape, excursion, planning, Dzerzhinsk, circle, additional geographical education, geographical culture

В настоящее время в условиях современной школы методика обучения географии переживает сложный период, связанный с изменением целей образования, внедрением ФГОС нового поколения, построенного на системно-деятельностном подходе. В «Концепции модернизации российского образования» одной из важных задач является интеграция знаний учащихся о природе и обществе, которые они получают при изучении традиционного курса по физической географии. Для этого проводится перестройка содержания школьной географии, когда в современных условиях особое внимание уделяется краеведческой составляющей [1]. Наряду с этим повышается научный уровень преподавания географии, где большое значение отдается изучению школьниками географии на самостоятельной основе. Это во многих случаях приводит к тому, что школьная география становится малопонятным и нелюбимым предметом для учащихся. Современные методисты считают, что основная причина отсутствия интереса к географии своего края (города) состоит в том, что изучаемые вопросы иногда далеки от реальной жизни, от современных интересов учащихся, которые хотят знать, где они могут использовать полученные географические знания. Учащиеся должны убедиться в необходимости и важности географических знаний для своей настоящей и будущей жизни. Именно поэтому в рамках модернизации географической дисциплины в школе необходима целостная методическая система, направленная на повышение интереса в изучении географии своего края (города) на основе комплексных характеристик изучаемых территорий. Города Нижегородской области являются одним из тех географических объектов, знакомство с которыми намного может расширить представления учащихся о родном крае, ещё более углубить чувство любви к своей малой родине и вместе с тем расширить и углубить их знания в области географии и краеведения, доставить много новых практических необходимых сведений [2].

Цель исследования: разработка методических особенностей организации и проведения городских экскурсий в дополнительном географическом образовании. В связи с новыми целями образования, подход к подготовке должен так же меняться и становиться личностным, а наиболее значимыми качествами современного выпускника становятся те, которые определяются как его конкурентоспособность и коммуникабельность. Для этого разрабатываются географические кружки в системе внеурочной деятельности школьников. Формирование у школьников географической культуры, географической «карты» своего ближайшего окружения – составная часть общей культуры человека [3]. Географическая культура школьника как главная цель географического образования формируется на уроках географии и во внеклассной работе по предмету: это активная гражданская позиция, зрелые эмоционально-ценностные ориентации, взгляды, убеждения, идеалы, моральные нормы. Мы считаем, что в дополнительном географическом образовании необходимо изучать геоэкологические особенности своего города, широко использовать краеведческий материал на уроках географии. Разделяя эту точку зрения, в данной статье изучение геоэкологических особенностей своего города в рамках городских экскурсий рассматривается на примере г. Дзержинска, так как этот город входит в число самых загрязненных городов России по результатам исследований Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [4].

Материалы и методы исследования

Анализ методических работ и школьной практики позволил сделать вывод о том, что учителя и учащиеся проявляют интерес к изучению краеведения, но комплексное изучение географии и экологии родного края в рамках курсов географии основной и старшей школой осложняется острой нехваткой времени на реализацию краеведческого компонента. В связи с этим целесообразным видится изучение географии своего края в рамках внеурочной деятельности. Однако многие учителя сталкиваются с проблемой отсутствия учебных и методических материалов по геоэкологическому краеведению, не только отдельных муниципальных районов, но и целых субъектов Российской Федерации [5].

Предлагаемые маршруты географических краеведческих экскурсий по городам Нижегородской области даются применительно к курсам физической и, главным образом, социально-экономической географии России и рассчитаны как на учебное время года (часовые экскурсии в пределах своего города), так и на каникулярное (однодневные поездки в другие города). По каждому маршруту даются основные наметки того, что и в каком направлении следует изучать, поскольку подробная географическая краеведческая характеристика объектов должна быть сделана в ходе самой экскурсии на основе как полученных во время ее, так и предварительно изученных материалов [6].

Учитывая учебное значение краеведческих экскурсий, требующих ознакомление с наиболее яркими и характерными особенностями природы и хозяйства, можно выделить основной маршрут: Нижегородский- экскурсии в пределах городов Нижнего Новгорода и Дзержинска. Этот маршрут в основном охватывает наиболее индустриальную западную часть Нижегородской области – район с важнейшими промышленными центрами крупнейших городов во главе с Нижним Новгородом. В этой части области

представлены ее ведущие отрасли промышленности, причём как старые (судостроительная, металлообрабатывающая, кожевенная, деревообрабатывающая), так и новые (автостроение, химическая, целлюлозно-бумажная, энергетическая). В этой же части Нижегородской области хорошо выделяются и типичные черты её природных условий, по которым она делится на две резко отличные части – возвышенная, сильно изрезанная оврагами и балками почти безлесная, правобережье Волги и Оки, и низменное лесистое их левобережье [7].

В данной статье покажем на примере проведения городской экскурсии «Связь ландшафта с планировкой города Дзержинска», которая позволяет убедительно показать, что возникновение города и его планировка не случайны, не стихийны, а большую роль в этом сыграли особенности географического положения, история его развития и естественный ландшафт [8].

Экскурсия закрепляет и конкретизирует физико-географические знания, навыки и умения, полученные учащимися в 5–7 классах, и является подготовкой к изучению г. Дзержинска в курсе экономической географии. Опыт показывает, что данную экскурсию целесообразно проводить весной в седьмом классе или осенью – в восьмом. Готовясь к ней, учителю необходимо изучить маршрут, наметить остановки, которые позволяют показать учащимся характерные особенности архитектуры г. Дзержинска и ландшафта. Экскурсионная группа разбивается на бригады, которым даются определенные задания, например зарисовки, сбор гербария, ведение дневника. В соответствии с заданиями распределяется групповое снаряжение: альбомы, карандаши, гербарные папки с газетной бумагой, эклиметры, компасы, термометры. Перед экскурсией проводится беседа у карты города. Ученикам сообщается, что ядром формирования города обычно служит кремль, рыночная площадь, монастырь, ратуша и т.д. Здесь же уместно рассказать об особенностях географического положения г. Дзержинска и об истории его возникновения, подчеркивая при этом, что человек старается с момента возникновения города органически вписать его в окружающий ландшафт. Руководитель беседует с учащимися о содержании характеристики географического положения города, о значении географического положения для развития природы, хозяйства и деятельности населения любой территории. Рассматриваются особенности географического положения своего населенного пункта. Дается оценка их положения. В заключение перед учащимися ставится задача изготовить карты и картосхемы, изображающие в наглядной форме некоторые особенности географического положения города, даются поручения и проводится инструктаж по изготовлению следующих экспонатов:

1. План улицы, в котором находится школа.

2. План города и топографическая карта окрестностей города, в котором находится школа.

3. Административно-политическая карта области с четким обозначением на ней территории административного района, в которых расположена школа.

4. Карта России с четким обозначением на ней границ своей области (края) и областного центра.

5. Карта мира с ярким обозначением на ней территории России, населенного пункта, в котором находится школа, и расстояний от него (стрелками и в километрах) до Северного полюса, экватора, Атлантического и Тихого океанов.

6. Карта административного района, в котором находится школа.

7. Данные о величине территории своего района и области (в абсолютных показателях и по сравнению с другими областями и некоторыми зарубежными странами).

Во многом планировка города зависит от природных особенностей градостроительного центра. Города растут вокруг планировочной оси (реки, дороги, усилия и т.д.). Чем больше ландшафтный элемент, вокруг которого развивается город, тем сильнее его влияние как основного проектного фактора. Природная ситуация помогала и помогает архитекторам наметить основы архитектурно-планировочного рисунка города, его будущего силуэта. Наиболее интересные архитектурные ансамбли города определяются сочетанием рельефа, водных пространств, зеленых насаждений с архитектурными формами.

Маршрут начинается с места, откуда наиболее хорошо просматривается характерный рельеф г. Дзержинска. Внимание учащихся обращается на особенности городского силуэта. Характер рельефа определяет направление улиц и очертание уличной сети. Архитектура зданий подчеркивает движение рельефных линий, которые играют роль важного архитектурного компонента ландшафта. Особое значение в абрисе г. Дзержинска имеют холмы, надпойменные речные террасы. Они используются для строительства значительных административных зданий, скульптур, ансамблей, служащих композиционными центрами городов. Использование архитекторами командных точек и склонов надпойменных террас усиливает выразительность и законченность облика города. Овраги и выемки, если они хорошо задернованы, укреплены и засажены деревьями и кустарниками, служат хорошей разрядкой в архитектурной застройке. Равнинный рельеф придает планировке г. Дзержинска строгость и регулярность. Иногда естественный рельеф не удовлетворяет градостроителей, и они существенно изменяют его. Засыпаются овраги и долины мелких рек и ручьев, поднимаются низменные участки города. Учащимся сообщается, что под воздействием сложного рельефа планировочная структура других городов иногда принимает очень запутанные очертания. В городах, расположенных в горных районах, преобладает террасная застройка, параллельная горизонталям. Очертания городов приспосабливаются к форме долин и межгорным котлованам. Рельеф нуждается в рациональном использовании и постоянной охране. Это борьба с образованием карстов и оврагов, которая осуществляется путем засыпки, террасированием склонов, их озеленением и укреплением; проводится работа по ликвидации отрицательных последствий некоторых строительных мероприятий. В заключении этой части экскурсии учащиеся зарисовывают отдельные силуэты, а затем отвечают на вопросы, поставленные учителем:

1. Дайте общую характеристику рельефа нашего города.

2. Какие мелкие формы рельефа можно выделить в районе экскурсии и как они используются в городской планировке?

3. Как изменили городские строения видимый горизонт?

4. Как используются овраги и балки в планировке города?

Далее школьники знакомятся с гидрографической сетью и ее влиянием на планировку г. Дзержин-

ска. Учащиеся отвечают на вопрос, какие элементы составляют гидросеть города. Грунтовые воды оказывают прямое и косвенное влияние на его планировку. Учитель сообщает, что уровень стояния грунтовых вод, заболоченность определяют степень освоенности той или иной части города. Водные поверхности играют роль значительных планировочных элементов, индивидуализирующих внешний облик города. Там, где город имеет крупные водные поверхности, архитектурная планировка ориентируется на воду. Так, вдоль реки Оки, озер Пыра, Святое, крупных прудов прокладываются набережные, транспортные магистрали, повторяющие очертания береговых линий. К воде направляются улицы и полосы зелени, вдоль берега разбиваются парки и скверы. Изрезанная береговая линия с островами, откосами предполагает живописную композицию. При большой ширине реки нет необходимости в строгой увязке и согласованности внешних фасадов.

Учитель подчеркивает, что город, в свою очередь, оказывает большое влияние на изменение гидрографической сети, например, в Дзержинске исчезло много мелких рек и ручьев, около 10 мелких прудов, озер и болот. Это повлияло на изменение рельефа и микроклимата города. Охрана вод в городах имеет первостепенное значение. Проводятся мелиоративные работы, ликвидируется заболоченность городских территорий, ухудшающих санитарный режим. Город защищается от затопления паводковыми водами путем создания водохранилищ, дамб, гранитных набережных. Водоемы очищаются от бытового и промышленного загрязнения. Целесообразно задать следующие вопросы, закрепляющие эту часть экскурсии:

1. Что делается в городе для улучшения водоснабжения и очистки водных бассейнов?

2. Как сочетается архитектура и планировка города с его гидрографической сетью?

3. Какое влияние оказывают грунтовые и поверхностные воды города на другие элементы городского ландшафта?

Следующая часть экскурсии посвящена характеристике климата г. Дзержинска. Учитель рассказывает о климате города, как об одном из решающих факторов внешней среды, который градостроители всесторонне изучают при планировке и застройке. Внимание учащихся обращается на тот факт, что климат города существенно отличается от климата окружающих территорий по средней температуре, характеру ветровой деятельности, увлажнению, инсоляции, запыленности. Каждый город и его отдельные части имеют свой микроклимат, на который существенное влияние оказывает рельеф, наличие водных объектов, растительность. Большая работа проводится архитекторами для защиты городов от ветра. В городе с сильной ветровой деятельностью улицы проектируются короткими с часто меняющимися направлениями, чтобы разбить и затормозить ветровой поток. Если улица совпадает с направлением ветра, то на ней высаживаются зеленые насаждения. Пешеходные дорожки убираются вглубь застройки под защиту зданий. Для борьбы с ветром применяются ветрозащитные барьеры из многоэтажных зданий. Воздушный бассейн города нуждается в охране. Промышленные предприятия в городах стараются не строить в подветренных районах. Так, в Дзержинске преобладают ветры юго-западного направления, поэтому микрорайон Юго-Запад стал районом интенсивного жилищного строительства с минимальным количеством промышленных предприятий. Учащиеся определяют направление ветров в микрорайоне расположения жилой застройки относительно зеленых массивов, измеряют температуру воздуха на открытых пространствах и в озелененных районах, записывают в дневник экскурсии свои наблюдения, а затем им предлагаются вопросы:

1. Как можно улучшить микроклимат своего двора, школьного участка?

2. Продумайте, как влияет климат на планировку нашего города?

Результаты экскурсии оформляются в альбомах, на планшетах и т.д.

Группа переходит в озелененный район г. Дзержинска. Значение растительности в городе трудно переоценить: она улучшает микроклимат, поглощает шум, защищает от ветра, пыли, шума, газов, регулирует температуру, влажность, химический состав воздуха, играет большую роль для создания рекреационных зон, является декоративным оформлением города. Вместе с рельефом и водными объектами она создает неповторимый облик города. Посадка новых группировок растений происходит только с учетом уже имеющихся. В городе есть дендрарий, создаются лесопарки, парки, бульвары, сады, озеленяются площади, улицы, дворы. Большую роль играют зеленые насаждения в борьбе с неблагоприятными климатическими факторами, сильными ветрами и смежными заносами. Создаются ветрозащитные полосы, прикрывающие жилую застройку. При подборе ассортимента растительности, для использования ее декоративных качеств учитывается красота плодов, листьев в летнем и осеннем убранстве, характер кроны, стволов; древесные породы подбирают так, чтобы цветение не прекращалось с весны до позднего лета. Охраняя растительность в городе, необходимо заботиться об улучшении почвенного состава, бороться с переуплотнением почвы, охранять деревья от механических и химических повреждений, охранять птиц и т.д. Заканчивая эту часть экскурсии, необходимо подчеркнуть, что проблема размещения города среди здорового природного окружения – важнейшая в градостроительстве. Учащиеся собирают гербарий древесных и кустарниковых пород, делают зарисовки и отвечают на следующие вопросы:

1. Как городская растительность сочетается с архитектурными и гидрографическими объектами?

2. Какую роль играет «зеленая архитектура» в ландшафте родного города?

3. Что делается в городе для охраны зеленых насаждений?

Результаты исследования и их обсуждение

При обучении в средней школе городские экскурсии занимают важное место в преподавании географии. Ознакомление учащихся с методикой полевых исследований осуществляется во время экскурсий по городу, во время походов по специально разработанным для этих целей маршрутам или во время выхода в район г. Дзержинска, намеченный для изучения. Руководителю кружка, во избежание примитивности, которой иногда страдает краеведческая работа в школе, необходимо своевременно ознако-

мить учащихся с содержанием и методикой исследования тех объектов, изучение которых им поручено. Чем раньше учащиеся будут ознакомлены с содержанием и методикой исследований, тем больше у них будет возможностей для самостоятельного выполнения работ [9]. Известно, что данные наблюдений и другие материалы, собранные во время полевых и других исследований, подвергаются так называемой камеральной обработке. Без такой обработки эти материалы не имели бы никакой ценности. Поэтому обучение членов кружка умению анализировать, обобщать и хорошо оформлять результаты своей работы является совершенно необходимым элементом деятельности дополнительного географического образования Выходы в природу и на производство, ознакомление воочию с географическими объектами города имеют большое познавательное и воспитательное значение [10].

Выводы

Таким образом, изучая особенности проведения городских экскурсий в дополнительном географическом образовании, можно сделать вывод, что городская планировка и застройка зависят от целого ряда разнообразных факторов, среди которых немаловажную роль играют элементы ландшафта, поэтому, прежде чем строить, градостроители подробно анализируют гипсометрические, почвенные, климатические, геологические и другие карты. Результаты экскурсии используются как краеведческие наглядные пособия на уроках географии. Экскурсии являются одним из главных методов дополнительного географического образования в школе. И, естественно, там, где они часто практикуются и хорошо восстановлены в методическом отношении, там и успеваемость выше, и знания учащихся более широкие и жизненные. Важно подчеркнуть, что городские географические экскурсии имеют большое значения и для выбора учащимися своей будущей профессии.

Список литературы

1. Шевченко И.А., Жуковская И.Е., Голованева А.П. Геоэкологические экскурсии в рамках дополнительного образования: опыт реализации // Экологическое образование для устойчивого развития: теория и педагогическая реальность сборник статей по материалам XIV Международной научно-практической конференции. 2017. С. 86–90.

2. Экологическое краеведение: сборник кейсов для учащихся / Под ред. Н.Ф. Винокуровой, Н.Н. Демидовой. Нижний Новгород: ООО «Исток», 2012. 80 с.

3. Шевченко И.А., Соткина С.А., Ниазбаева Е.А., Зимовец Е.Г., Бикмаева А.В. Изучение экологии городского ландшафта в дополнительном геоэкологическом образовании // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 2. С. 190–195.

4. Культура природопользования: научные и образовательные аспекты / Под ред. Н.Ф. Винокуровой. Нижний Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2014. 164 с.

5. Шевченко И.А. Развитие человека и экологии городского ландшафта в контексте коэволюционных ценностей современной культуры в рамках культурно-экологического модуля // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. № 01. С. 116–120.

6. Теория и методика геоэкологического образования: учеб. пособие. Часть II / Под ред. Н.Ф. Винокуровой, Н.В. Мартиловой. Нижний Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2014. 252 с.

7. Шурыгина А.Г., Носкова Т.С. Программа курса «Экология родного края» // География в школе. 2006. № 3. С. 50–53.

8. Козловцева О.С. Организация работы на экологической тропе как путь формирования экологической культуры // Современный учитель дисциплин естественнонаучного цикла. 2017. С. 176–178.

9. Смирнова Ж.В., Красикова О.Г. Современные средства и технологии оценивания результатов обучения // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 6 № 3. С. 9.

10. Беляева Т.К., Пухова А.Г., Таможняя Е.А., Толкунова С.Г. Развитие творческого мышления будущих учителей географии в процессе самостоятельной исследовательской деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 2. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/article/view?id=24206 (дата обращения: 01.06.2019).

УДК 371:376

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСОДИЧЕСКОЙ СТОРОНЫ РЕЧИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ОТКЛОНЕНИЯМИ В ОВЛАДЕНИИ РЕЧЬЮ СРЕДСТВАМИ ЭТНОПЕДАГОГИКИ

Шереметьева Е.В., Беспоместных О.А.

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», Челябинск, e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru, bespomestnyh-olga@mail.ru

В статье обоснована необходимость своевременного проектирования коррекционно-предупредительного воздействия для детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью с использованием малых фольклорных форм этнопедагогики. При выборе методов исследования мы концептуально полагались на культурно-историческую теорию развития психики Л.С. Выготского. В соответствии с данным подходом методологической базой стало положение о первичности общения относительно речи (Л.С. Выготский, А.А. Леонтьев, Р.Е. Левина, Г.В. Чиркина). В нашем исследовании данное положение предполагает направленное создание коммуникативных ситуаций, позволяющих с помощью малых фольклорных форм активировать соответствующие речевые шаблоны, и, прежде всего, их просодическое оформление. Основным методом исследования выступает эксперимент, организованный в три этапа: выявление отклонений в овладении речью, коррекционное направленное комплексное формирование просодической стороны речи у детей раннего возраста и оценка эффективности проделанной работы. В нашем эксперименте приняли участие дети раннего возраста с отклонениями в овладении речью, их родители и педагоги групп раннего возраста дошкольных образовательных учреждений. В статье представлены результаты комплексного обследования просодической стороны речи у детей раннего возраста по диагностической методике, созданной нами в результате тщательного отбора и адаптации существующих методов и приемов, представленных в методиках О.И. Лазаренко, Н.С. Шик, Е.Ф. Архиповой, Е.В. Шереметьевой. Нами определены основные направления и содержание коррекционного формирования компонентов просодической стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью с активным применением средств этнопедагогики. Итак, мы, полагаясь на результаты нашего исследования, считаем, что использование малых фольклорных форм этнопедагогики в коррекционном формировании просодической базы устной речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью является эффективным.

Ключевые слова: коррекционно-предупредительное воздействие, малые фольклорные формы, отклонения в овладении речью, просодическая сторона речи, профилактика, ранний возраст, развитие речи, этнопедагогика

FORMATION OF THE PROSODIC PARTY OF THE SPEECH AT CHILDREN OF EARLY AGE WITH DEVIATIONS IN MASTERING THE SPEECH MEANS OF ETHNOPEDAGOGICS

Scheremeteva E.V., Bespomestnykh O.A.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «South Ural State Humanitarian Pedagogical University», Chelyabinsk, e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru, bespomestnyh-olga@mail.ru

In article need of timely design of correctional and precautionary influence for children of early age with deviations in mastering the speech with use of small folklore forms of ethnopedagogics is proved. When choosing methods of a research we conceptually relied on the cultural and historical theory of development of mentality of L.S. Vygotsky. According to this approach by methodological base became the provision on primacy of communication concerning the speech (L.S. Vygotsky, A.A. Leontyev, R.E. Levina, G.V. Chirkina). In our research this situation assumes the directed creation of the communicative situations allowing to activate the corresponding speech templates, and, first of all, their prosodic registration by means of small folklore forms. The experiment organized in three stages acts as the main method of a research: identification of deviations in mastering the speech, the correctional directed complex formation of the prosodic party of the speech at children of early age and assessment of efficiency of the done work. In our experiment children of early age with deviations took part in mastering the speech, their parents and teachers of groups of early age of preschool educational institutions. Results of comprehensive examination of the prosodic party of the speech at children of early age by the diagnostic technique understood by us as a result of careful selection and adaptation of the existing methods and receptions presented in techniques O.I. Lazarenko, N.S. Shik, E.F. Arkhipova, E.V. Sheremetyeva are presented in article. We defined the main directions and content of correctional formation of components of the prosodic party of the speech at children of early age with deviations in mastering the speech with active application of means of ethnopedagogics. So, we, relying on results of our research, we consider that use of small folklore forms of ethnopedagogics in correctional formation of prosodic base of oral speech at children of early age with deviations in mastering the speech is effective.

Keywords: correctional and precautionary influence, small folklore forms, deviations in mastering the speech, the prosodic party of the speech, prevention, early age, development of the speech, ethnopedagogics

Просодическая сторона речи является одной из ключевых составляющих устной речи. Развитие просодики играет важную роль в овладении ребенком родным языком. Именно просодическое оформление собственного высказывания или любой фонетической экспрессии позволяет неговорящему ребенку выражать свои мысли,

правильно передавать собеседнику необходимую информацию, чувства и эмоции. Мы предположили, что недоразвитие просодических компонентов является следствием сложностей коммуникации с ребёнком с ограниченными возможностями здоровья в семье и становится одной из причин отклонений в овладении речью в раннем возрасте.

Значение просодики в овладении устной речью, необходимость оказания ранней коррекционной помощи детям раннего возраста с отклонениями в овладении речью и недостаточная разработанность этой проблемы определяют актуальность данной работы.

Просодия понимается как членение речи и соединение расчлененных частей, таких как повышение и понижение основного тона, расстановка ударений, относительное ускорение или замедление речи и разрыв произнесения [1]. К просодическим элементам речи относятся тембр, высота и сила голоса, мелодика, темп, пауза, модуляции голоса, ритм, логическое ударение, дикция [1; 2].

Развитие просодики в онтогенезе происходит закономерно. Известно, что средства интонации воспринимаются и усваиваются детьми достаточно рано и именно они несут основную семантическую нагрузку до овладения вербальными средствами коммуникации [3]. В.П. Леутин указывает на то, что для речи ребенка раннего возраста характерна опора на структуры правого полушария, отвечающие за интонационное различение и просодическое оформление речи. Данные структуры активизируются благодаря эмоциональной, интонационно окрашенной речи взрослого, гармоничных музыкальных звуков (М.И. Лохов, Е.И. Николаева, Т.П. Хризман). Ребёнок из общего речевого потока способен выделить так называемые интонационные абрисы – фонетические контуры слова, фразы, придающие им эмоциональную окраску и позволяющие передать семантику повествования, вопроса, побуждения, восклицания. Передаются интонационные абрисы только с помощью модуляций голоса, т.е. произвольного изменения высоты, силы, темпа и тембра голоса. Данные элементы речевого высказывания начинают восприниматься ребенком еще на первом месяце жизни. Именно поэтому компоненты просодической стороны речи ребенок воспроизводит раньше, чем начинает произносить звуки речи [4].

В раннем возрасте овладение речью – это центральная линия развития ребенка (Л.С. Выготский, Н.И. Жинкин, А.В. Запорожец, А.Н. Леонтьев, Р.Е. Левина, Е.А. Стребелева, Е.В. Шереметьева и др.). Исследователями отмечается неразрывная связь формирования речевой системы с развитием сенсорной, сенсомоторной, интеллектуальной, аффективно-волевой сфер ребенка. Практически все девиации речевого развития патологического характера возникают из-за тех или иных неблагоприятных факторов, которые отрицательно влияют на овладение устной речью [5].

Мы считаем, что отклонения в овладении речью – это недоразвитие вербальных, интонационно-ритмических процессов в пределах психоречевой системы, детерминированное неадекватностью социальных условий и, как следствие, незрелостью психофизиологических предпосылок речи [6, с. 81].

При сборе анамнестических данных мы отмечаем, что просодическая сторона речи детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью с самого рождения формируется нарушенно. Крик, гуление и лепет таких детей интонационно бедны, появляются позже нормы. В дальнейшем у детей наблюдалась монотонность голоса, интонационно невыразительный слоговой лепет, отсутствие вокализаций, вокабул, голофраз, нарушения речевого темпа и ритма.

На современном этапе логопедическая наука и практика накапливают арсенал средств и методов устранения и предупреждения отклонений в речевом развитии детей. Мы уверены, что одним из таких средств могут стать малые фольклорные формы этнопедагогики. Этнопедагогика – важное средство вербального развития детей, профилактики и коррекции речевых нарушений, представляющее собой теоретическое осмысление и систематизацию опыта народной педагогики, как совокупности педагогических сведений и воспитательного опыта народа, выработанных и накопленных в процессе общественного развития [7].

В логопедической работе с детьми раннего возраста могут быть использованы следующие средства этнопедагогики: песни, колыбельные, потешки, прибаутки, заклички, приговорки, сказки, народные игры и др. [7; 8]. Применение этих средств этнопедагогики способствует гармоничному развитию вербальных и невербальных сторон речи: звукопроизношения, лексико-грамматического компонента, просодической стороны, голосовых модуляций, речевого дыхания, темпоритмического компонента [8].

Предпочтение в работе по развитию просодической стороны речи у детей раннего возраста следует отдавать колыбельным песням. Колыбельная песня имеет следующие характеристики: напевное выделение голосом гласных звуков, медленный темп, наличие повторяющихся фонем, звукосочетаний, звукоподражаний. Слушая колыбель-

ную, ребенок начинает копировать интонацию взрослого, с которой поется песня [9].

Особым средством этнопедагогики в развитии просодической стороны речи детей раннего возраста являются народные сказки. К.Д. Ушинский считает, что дети и сказка неразделимы, они созданы друг для друга. Г.Н. Волков в своих исследованиях указывает на то, что народная сказка очень быстро запечатлевается в памяти ребенка любого возраста. По мнению О.А. Шороховой, народная сказка – одно из эффективных средств речевого развития. Использование народных сказок на логопедических занятиях с детьми раннего возраста способствует развитию просодической стороны речи, так как дети учатся выразительному интонированию голосов героев сказки и произвольному изменению тембральной окраски. Также песни, используемые в сказках, способствуют развитию плавности речи детей [10].

Материалы и методы исследования

Наше исследование просодических компонентов речи было организовано на базе МДОУ «Детский сад № 19 «Улыбка» г. Южноуральска. В исследовании приняли участие 5 детей в возрасте от 1 года 8 мес. до 2 лет 5 мес. с отклонениями в овладении речью. Анализ существующих методик диагностики просодических компонентов речи показал недостаточность методов и приемов обследования для данной возрастной категории детей. Поэтому мы в процессе практической работы с детьми раннего возраста отобрали методы и приемы из методик О.И. Лазаренко, Е.Ф. Архиповой, Е.В. Шереметьевой, Н.С. Шик [11–14] и, адаптировав их, систематизировали в целостную методику изучения просодических компонентов предречи у неговорящих детей раннего возраста.

По методике О.И. Лазаренко мы обследовали способность детей изменять темп речи, высоту и силу голоса. При обследовании компонентов просодики по адаптированной методике Н.С. Шик в ходе беседы с детьми, мы выявили уровни развития просодической стороны речи детей. Данная методика включает изучение характеристик голоса (сила, высота, тембр), общего звучания речи (темп, ритм, паузация), интонированности и внятности речи. По методике Е.Ф. Архиповой мы изучили способности детей воспроизводить ритм, интонацию, тембр, изменять голос по высоте и силе, оценили состояние темпо-ритмической стороны речи, речевого дыхания, назального тембра голоса. По методике Е.В. Шереметьевой мы изучили ритмическую организацию первичной речевой продукции ребенка и начальных языковых средств общения (интонационное оформление собственных высказываний, ритмическая организация начального детского лексикона).

Результаты исследования и их обсуждение

Использование созданной нами методики позволило комплексно обследовать состояние просодической стороны речи у неговорящих детей раннего возраста. Мы выявили, что дети затрудняются в изменении темпа речи. У них возникают сложности в воспроизведении предложенных нами простых ритмических рисунков. Выявлены трудности в самостоятельных голосовых модуляциях и, как следствие, в отраженном интонировании. Дети с отклонениями в овладении речью не умеют изменять тембр голоса от высокого к низкому и, наоборот, произвольно изменять интенсивность голоса от громкого к тихому и наоборот. В собственной речи обследованных детей преобладают хореически организованные слова. У трех детей отмечаются нарушения речевого дыхания (аритмичность вдоха и выдоха, недостаточная дифференцированность ротового и носового вдоха и выдоха, сниженный объем и сила выдоха).

Анализ результатов, полученных в ходе обследования, показал, что особое внимание при проведении коррекционной работы необходимо уделять следующему: вызыванию самостоятельных голосовых модуляций, развитию темпо-ритмической организации речевой продукции, воспроизведению тембра и работе над дыханием.

Наша коррекционная работа по развитию компонентов просодической стороны речи у детей раннего возраста включала комплексное взаимодействие семьи и специалистов детского сада: воспитателя, логопеда, музыкального руководителя, инструктора по физическому воспитанию.

Коррекционная работа по формированию компонентов просодической стороны речи у детей раннего возраста проводилась в период с 1 сентября 2018 г. по 25 мая 2019 г. В формирующем эксперименте приняли участие 5 детей в возрасте от 1 года 8 мес. до 2 лет 5 мес. с отклонениями в овладении речью.

Мы определили 4 блока коррекционно-предупредительного воздействия: музыкально-логопедический, оздоровительно-коррекционный, педагогический и социальный, что позволило спроектировать гармоничное взаимодействие как специалистов, так и родителей детей в процессе коррекционного формирования просодической основы устной речи.

Ключевым в разработанном нами коррекционном формировании стал музыкально-логопедический блок, который включал в себя комплекс музыкально-логопедических занятий. Мы разработали цикл музыкально-логопедических занятий по формированию просодических компонентов с использованием малых фольклорных форм. Данные занятия с экспериментальной группой детей проводились музыкальным руководителем совместно с логопедом 1 раз в неделю. Продолжительность занятий составляла 10–15 минут. На занятиях мы использовали

следующие формы народного фольклора: колыбельные, частушки, песни, прибаутки, заклички, потешки, народные игры.

Содержание занятий и соответствующих малых фольклорных форм мы разрабатывали в соответствии с календарно-тематическим планированием. Обязательным на каждом занятии было музыкальное сопровождение. Музыкально-логопедические занятия по формированию просодической стороныречипроектировалисьпоследовательноконцентрически с постепенным усложнением, исходя из возрастающих возможностей детей. Формированию новых компонентов просодики предшествовало закрепление ранее изученных. Последовательность включения компонентов просодической стороны речи в структуру занятий выстраивалась с учетом развития их в онтогенезе.

В оздоровительно-коррекционном блоке мы занимались коррекцией физиологического и постановкой речевого дыхания. Известно, что дыхание является необходимым компонентом развития просодии. Развитие дыхания у детей раннего возраста проводилось инструктором по физическому воспитанию в рамках соответствующих занятий. Занятия по физическому воспитанию, содержащие в своей структуре дыхательные упражнения, проводились еженедельно в течение всего периода коррекционной работы. Упражнения на развитие дыхания проводились в начале занятия. На каждом занятии инструктор по физическому воспитанию оценивал правильность выполнения упражнений, помогал детям исправлять возникающие ошибки, тщательно следил за общим состоянием каждого ребенка.

Педагогический блок в нашем исследовании предполагает включение детей в коррекционный процесс в режимные моменты и в свободной деятельности. Ведущим специалистом данного блока выступает воспитатель. Средства этнопедагогики ежедневно использовались воспитателем в работе с детьми группы на протяжении всего коррекционного периода. Потешки, пестушки сопровождали речь воспитателя во время умывания малышей, одевания на прогулку и раздевания после нее, колыбельные – укладывания спать и подъема и т.д., приговорки использовались во время прогулок, народные сказки, прибаутки и игры использовались воспитателем для организации досуговой деятельности малышей. Организация такого взаимодействия воспитателя и детей раннего возраста способствовала повышению эффективности коррекционного процесса по формированию просодической стороны речи.

Социальный блок подразумевает включение в коррекционный процесс родителей детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью. Перед началом и в процессе работы с родителями были проведены тренинги и консультации о роли в работе по формированию просодической стороны речи и об эффективности использования средств этнопедагогики в коррекционном процессе с детьми раннего возраста. Затем родителям были предложены материалы, содержащие перечень колыбельных, сказок, игр, прибауток, потешек, песен, приговорок и т.д. Родители на протяжении всего коррекционного периода активно принимали участие в работе, следовали нашим рекомендациям, способствуя совместно со специалистами, формированию компонентов просодики у детей.

Состояние просодической стороны речи после проведенной коррекционной работы по ее формированию было изучено по использованным нами ранее адаптированным методикам О.И. Лазаренко, Н.С. Шик, Е.Ф. Архиповой, Е.В. Шереметьевой.

Сопоставление результатов, полученных до проведения коррекционной работы по формированию просодической стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью и после, позволяет сделать вывод об эффективности проведенной работы. Дети стали активно пользоваться в речи основными видами интонации, усвоили голосовые модуляции, у них увеличилось количество ямбически организованных слов, научились без труда воспроизводить предложенный им ритмический рисунок, изменять тембр голоса, темп речи от медленного к быстрому и, наоборот, правильно использовать в речи паузы, дифференцировать ротовой и носовой вдох и выдох.

Заключение

Таким образом, использование средств этнопедагогики в работе по формированию просодической стороны речи у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью является эффективным.

Список литературы

1. Кодзасов С.В. Исследования в области русской просодии. М.: Языки славянских культур, 2009. 496 с.

2. Фрейдлина Е.Л., Ковпак Н.А., Королева Ю.П., Пчелина Т.М., Сейранян М.Ю., Смирнова О.Н. Просодия публичной речи. М.: Прометей, 2013. 300 с.

3. Sheremetyeva E.V., Spirina E.A., I. Menendez Pidal. The peculiarities of prosody of young children with disabilities in the acquirement of speech. EDULEARN16 Proceedings, 2016. P. 3439–3442.

4. Шереметьева Е.В. Предупреждение отклонений речевого развития у детей раннего возраста: дис. … канд. пед. наук. Москва, 2007. 285 с.

5. Коммуникативно-речевая деятельность детей с отклонениями в развитии: диагностика и коррекция: моно-

графия / Под ред. Г.В. Чиркиной, Л.Г. Соловьёвой. Архангельск: Помор. ун-т, 2009. 401 с.

6. Шереметьева Е.В. От рождения до первой фразы: тернистый путь к общению: монография. Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2019. 282 с.

7. Латышина Д.И., Хайруллин Р.З. Этнопедагогика. Учебник для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2017. 394 с.

8. Разенкова Ю.А. Потешки на каждый день // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. 2014. № 2. (Цветная вкладка).

9. Как воспитывать умников и умниц. Советы родителям детей младенческого и раннего возраста / Под. ред. Ю.А. Разенковой. Ярославль: Фонд поддержки семьи и детства «Наши дети», 2011. 352 с.

10. Спирина Е.А. Психолого-педагогическое сопровождение коррекционного формирования интонационных процессов у детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью. 2016_440403_СППиПМ_ФИКО_Спирина_В_А_ВКР.pdf (1.491Mb).

11. Лазаренко О.И. Диагностика и коррекция выразительности речи детей. М.: ТЦ Сфера, 2009. 64 с.

12. Архипова Е.Ф. Ранняя диагностика и коррекция проблем развития // Первый год жизни ребенка. М.: Мозаика-синтез, 2012. 160 с.

13. Шереметьева Е.В. Диагностика психоречевого развития ребенка раннего возраста. М.: НКЦ, 2013. 112 с.

14. Шик Н.С. Диагностика состояния просодических компонентов речи у дошкольников с ФФНР и нарушениями зрения // Логопед. 2014. № 1. С. 34–42.