СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 8, 2021

ISSN 1812–7320

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

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала top-technologies.ru/ru
Правила для авторов: top-technologies.ru/ru/rules/index
Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПА037

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

«СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС 77 – 63399.

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,021.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции и издателя: 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна
тел. +7 (499) 705-72-30
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать – 30.08.2021
Дата выхода номера – 30.09.2021

Формат 60×90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»
410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка
Байгузова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 29,88
Тираж 1000 экз.
Заказ СНТ 2021/8
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

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

СТАТЬИ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЭМОЦИЙ РОБОТА

Анисимова С.И. 9

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАЛИБРОВОЧНОГО МАКЕТА ДЛЯ ВАЛИДАЦИИ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОБУЧЕНИИ АНТРОПОМОРФНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ КИСТИ

Арутюнян М.Г., Филиппович Ю.Н., Лавребенко И.С. 16

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ЛИЧНОСТИ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА

Базарнов Д.В., Рябухина Е.А., Фирсова С.А. 22

ЭКСКУРС В ЗАКОНЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИХ СОВРЕМЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Баушев С.В., Брагин А.Ю., Медведева Е.Д. 30

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ЭКСПЕРТНОЙ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОТОННАЖНЫХ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Болдырев В.С., Меньшиков В.В., Быков А.Е., Кузнецов С.В., Савина А.С., Богатов Н.А. 38

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КООРДИНАТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Гагарина Л.Г., Лебедев А.В. 52

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ ELMO

Гиниятуллин В.М., Ермолаев Е.В., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А. 58

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Добровольская Т.А. 66

ТРАССИРОВКА ЛУЧЕЙ НА РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Ерёмин О.Ю., Степанова М.В., Пролетарский А.В. 72

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ МОНОГОРОДА

Захарова А.А., Редькина И.А., Морозова М.В., Лизунков В.Г. 81

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КЛАСТЕРА

Киренберг А.Г., Кисляков И.М., МедведевА.В., Прокопенко Е.В. 88

АБСТРАКЦИИ БАЗ ДАННЫХ В КОНЦЕПТУАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ ВУЗА

Клеванский Н.Н., Глазков В.П., Воронкова И.В., Мавзовин В.С. 94

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ СУДОВОГО ГЛАВНОГО МАЛООБОРОТНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ШТОРМОВЫХ УСЛОВИЯХ

Куколев А.А., Пиотровский Д.Л., Подгорный С.А. *101*

ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Носова М.Г., Фёдоров А.В. *107*

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АЛЮМИНАТНЫХ РАСТВОРОВ

Половнева С.И., Ершов П.Р. *112*

МЕТОДЫ ПОДАВЛЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПОМЕХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Синицкий Е.В., Прокофьев А.Е., Соболев В.С., Козаченко Л.Н., Дмитров К.С. *118*

ПРИМЕНЕНИЕ SIC-ТРАНЗИСТОРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ

Ульянов А.В., Шибеко Р.В. *124*

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Харькова А.В. *132*

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЗИЦИОННО-ИНТЕРВАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЯРНЫХ КОДОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК

Чистоусов Н.К., Чипига А.Ф., Калмыков И.А., Ефременков И.Д., Калмыкова Н.И. *137*

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ХРАНИЛИЩА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В РЕПОЗИТОРИИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Ямашкин С.А., Скворцов М.А., Большакова М.В., Ямашкин А.А. *143*

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

СТАТЬИ

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРОСА БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТУРИЗМУ СРЕДНЕГО ЗВЕНА ПО ВОПРОСАМ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ К ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аносова Н.О. *148*

ИНТЕГРАЦИЯ МЕЖДУ ХИМИЕЙ И ИСТОРИЕЙ КАК ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ НЕТИПИЧНЫХ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ

Бурганова И.Н., Фарус О.А. *152*

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ИНЖЕНЕРА-ЭКОЛОГА В КОНТЕКСТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РЕФЛЕКСИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Бутина Ю.В., Кораблина М.В., Ахильгова Н.О., Бабушкина О.Н. *159*

ПЕРЕВОД ТРАДИЦИОННОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ СТУДЕНТОВ В ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ

Быков А.А., Киселева О.М. *165*

МАССОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ОНЛАЙН-КУРСЫ – НОВАЯ ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

Винник В.К., Тарасова Е.В., Воронкова А.А., Павлова И.А. *170*

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА ДЛЯ ДЕВОЧЕК ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Гусева Е.В., Загревский О.И. *176*

ПРОДУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЯЗЫКОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ

Ефимова О.В. *181*

ТИПИЧНЫЕ НАРУШЕНИЯ ЛЕКСИЧЕСКИХ НОРМ СОТРУДНИКАМИ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Зорина В.В. *186*

МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ДИАЛОГОВОГО ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕГО ЗВЕНА ПОСРЕДСТВОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Кузнецова А.Н. *191*

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ (НА ПРИМЕРЕ Г. БАРНАУЛА)

Сигитова Л.И. *196*

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИИ»

Соболевская Е.Ю., Левченко Н.Г. *201*

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ПАТРИОТИЗМА ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПОСРЕДСТВОМ ОЗНАКОМЛЕНИЯ С ПРИРОДОЙ РОДНОГО КРАЯ

Тавстуха О.Г., Шавшаева Л.Ю. *208*

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАНРОВОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ-ПИАНИСТАМИ ФОРТЕПИАННЫХ ПРЕЛЮДИЙ ГЕРШВИНА

Толмачева Э.Г. *213*

ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ТУРИЗМОМ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ

Чжан Ян *220*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ КУРСАНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВЫСШЕГО ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Шартдинов А.Ш., Берлов М.А. *225*

СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ КАК СРЕДСТВО ПРОФИЛАКТИКИ ПРАВОНАРУШЕНИЙ ПОДРОСТКОВ И МОЛОДЕЖИ

Шастин В.В. *230*

ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДИДАКТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БАЗОВЫХ ВУЗОВСКИХ ДИСЦИПЛИН

Штагер Е.В., Бережнова Е.И. *235*

CONTENTS

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

ARTICLES

MATHEMATICAL MODEL OF INTEGRATED EDUCATION
OF COMPLEX EMOTIONS OF A ROBOT

Anisimova S.I. 9

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE CALIBRATION PROTOTYPE FOR THE ACCURACY
VALIDATION OF LEARNING OF THE ANTHROPOMORPHIC ROBOTIC HAND

Arutyunyan M.G., Filippovich Yu.N., Lavrenenko I.S. 16

DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF A SOFTWARE AND INFORMATION
SYSTEM FOR DETERMINING THE PSYCHOLOGICAL PROFILE OF A PERSON
AND PROCESSING THE RESULTS BY METHODS OF MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS

Bazarnov D.V., Ryabukhina E.A., Firsova S.A. 22

EXCURSION TO THE LAWS OF PRODUCTION ORGANIZATION
AND THEIR MODERN INTERPRETATION

Baushev S.V., Bragin A.Yu., Medvedeva E.D. 30

ALGORITHMS DEVELOPMENT OF EXPERT AND INFORMATION
SYSTEMS FOR THE LOW-TONNAGE MULTI-ASSORTMENT
PAINT AND VARNISH INDUSTRIES DESIGN OF

Boldyrev V.S., Men'shikov V.V., Bykov A.E., Kuznetsov S.V., Savina A.S., Bogatov N.A. 38

DEVELOPMENT OF THE METHOD COORDINATE-PARAMETRIC
CONTROL AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM
FOR PRODUCTION OF MICROELECTRONICS PRODUCTS

Gagarina L.G., Lebedev A.V. 52

RESEARCH OF THE STRUCTURE AND CONTENT OF THE COMPETENCIES
USING THE ELMO LANGUAGE MODEL

Giniyatullin V.M., Ermolaev E.V., Salikhova M.A.,
Khlybov A.V., Churilov D.A., Churilova E.A. 58

AUTOMATION OF A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY
OF TEXTILE MATERIALS

Dobrovolskaya T.A. 66

RAY TRACING ON A DISTRIBUTED COMPUTER SYSTEM BASED ON OBJECTS
OF THE INTERNET OF THINGS

Eremin O.Yu., Stepanova M.V., Proletarskiy A.V. 72

HIERARCHICAL MODEL OF CHOOSING A DEVELOPMENT STRATEGY
FOR MONOTOWN SYSTEM OF ADVANCED TRAINING OF A PERSONNEL

Zakharova A.A., Redkina I.A., Morozova M.V., Lizunkov V.G. 81

AN OPTIMIZATION MATHEMATICAL MODEL FOR ASSESSING
THE ECONOMIC EFFICIENCY OF A TERRITORIAL-PRODUCTION CLUSTER

Kirenberg A.G., Kislyakov I.M., Medvedev A.V., Prokopenko E.V. 88

DATABASE ABSTRACTIONS IN CONCEPTUAL MODELING
OF INTEGRATED EDUCATIONAL PROCESS MANAGEMENT SYSTEM

Klevanskiy N.N., Glazkov V.P., Voronkova I.V., Mavzovin V.S. 94

MARINE MAIN ENGINE SPEED OF ROTATION CONTROL SOLUTION WHITHIN STORMY CONDITIONS OPERATION
Kukolev A.A., Piotrovskiy D.L., Podgornyy S.A. *101*

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR POPULATION FORECASTING
Nosova M.G., Fyodorov A.V. *107*

INFORMATIVE PARAMETER PROCESS OF CRYSTALLIZATION OF ALUMINUM SOLUTIONS
Polovneva S.I., Ershov P.R. *112*

METHODS OF SUPPRESSION OF LOW-FREQUENCY NOISE OF ELECTRIC SYSTEMS
Sinitskiy E.V., Prokofev A.E., Sobolev V.S., Kozachenko L.N., Dmitrov K.S. *118*

APPLICATION OF SIC-TRANSISTORS FOR CONSTRUCTION POWER CONVERTER BLOCKS
Ulyanov A.V., Shibeko R.V. *124*

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR EXPERIMENTAL RESEARCH OF PHYSICAL AND TECHNICAL PROCESSING OF PARTS USING FEMTOSECOND LASER RADIATION
Kharkova A.V. *132*

MODIFICATION OF THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE POSITION-INTERVAL CHARACTERISTIC OF MODULAR CODES FOR ERROR CORRECTION
Chistousov N.K., Chipiga A.F., Kalmykov I.A., Efremenkov I.D., Kalmykova N.I. *137*

ANALYSIS OF THE PRINCIPLES AND METHODS OF FORMATION OF TIME-SERIES STORAGE AND ORGANIZATION OF SOFTWARE INTERFACES IN REPOSITO-RIA OF NEURAL NETWORK MODELS
Yamashkin S.A., Skvortsov M.A., Bolshakova M.V., Yamashkin A.A. *143*

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

ARTICLES

EVALUATION OF FUTURE TOURISM SPECIALISTS SURVEY RESULTS ON THE ISSUES OF THEIR READINESS TO HEALTH PROTECTING ACTIVITY
Anosova N.O. *148*

INTEGRATION BETWEEN CHEMISTRY AND HISTORY AS AN EXAMPLE OF IMPLEMENTATION OF ATYPICAL INTERSUBJECT RELATIONS
Burganova I.N., Farus O.A. *152*

PROFESSIONAL COMPETENCE OF ECOLOGICAL ENGINEERS IN THE CONTEXT OF LEARNERS' PROFESSIONAL REFLECTION
Butina Yu.V., Korablina M.V., Akhilgova N.O., Babushkina O.N. *159*

CONVERSION OF THE TRADITIONAL FINAL CONTROL OF STUDENTS INTO A REMOTE FORMAT
Bykov A.A., Kiseleva O.M. *165*

MASS EDUCATIONAL ONLINE COURSES – NEW DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT
Vinnik V.K., Tarasova E.V., Voronkova A.A., Pavlova I.A. *170*

AESTHETIC GYMNASTICS FOR SCHOOL-AGE GIRLS
Guseva E.V., Zagrevskiy O.I. *176*

FORMATION OF LANGUAGE COMPETENCE IN THE ASPECT
OF PERSONALITY DEVELOPMENT OF SENIOR PRESCHOOLERS

Efimova O.V. *181*

TYPICAL VIOLATIONS OF LEXICAL NORMS BY LAW ENFORCEMENT
OFFICERS AS A SUBJECT OF RESEARCH

Zorina V.V. *186*

MODEL OF ORGANIZATION OF INTERMEDIATE LEARNING
STUDENTS BY DESIGNING PEDAGOGICAL METHODS

Kuznetsova A.N. *191*

INFORMATION SUPPORT FOR SOCIO-PEDAGOGICAL PREVENTION OF TEENAGERS
'DEVIANT BEHAVIOR IN GENERAL EDUCATION ORGANIZATIONS
(USING THE EXAMPLE OF BARNAUL)

Sigitova L.I. *196*

APPLICATION OF THE PROJECT APPROACH IN THE IMPLEMENTATION
OF THE EDUCATIONAL DISCIPLINE «MULTIMEDIATECHNOLOGIES»

Sobolevskaya E.Y., Levchenko N.G. *201*

FORMATION OF THE FOUNDATIONS OF PATRIOTISM OF OLDER PRESCHOOL CHILDREN
THROUGH FAMILIARIZATION WITH THE NATURE OF THEIR NATIVE LAND

Tavstukha O.G., Shavshaeva L.Yu. *208*

EXPERIENCE OF USING GENRE APPROACH IN THE PROCESS
OF STUDY GERSHWIN'S PIANO PRELUDES BY PIANISTS

Tolmacheva E.G. *213*

SUBSTANTIATION OF THE MODEL OF TRAINING SPECIALISTS IN THE FIELD
OF TOURISM MANAGEMENT BASED ON THE PRINCIPLES OF JOINT EDUCATION

Chzhan Yan *220*

THE CURRENT STATE AND WAYS OF IMPROVING THE PATRIOTIC
EDUCATION OF COURSERS IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT
OF A HIGHER MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION

Shartdinov A.Sh., Berlov M.A. *225*

SOCIALLY SIGNIFICANT ACTIVITY OF STUDENTS AS THE MEANS
OF PREVENTING OFFENCES OF ADOLESCENTS AND YOUNG PEOPLE

Shastin V.V. *230*

DESIGN'S PRINCIPLES OF DIDACTIC PROVISION
OF BASIC UNIVERSITY DISCIPLINES

Shtager E.V., Berezhnova E.I. *235*

СТАТЬИ

УДК 004.8:519.86/.87

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЭМОЦИЙ РОБОТА

Анисимова С.И.

ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, e-mail: kolsve@mail.ru

Введена и рассмотрена интегральная характеристика достижения цели воспитания роботов. Предложена математическая модель целеустремленности робота при достижении цели воспитания. Введено математическое определение зависимости интегральной характеристики достижения цели от целеустремленности робота. Сформулирована и доказана теорема, связывающая условия стремления воспитания робота и его достижение цели воспитания. Сформулированы условия приближения воспитания робота к цели его воспитания для разных коэффициентов памяти робота. Показано, что при коэффициенте памяти, равном нулю, для приближения к цели воспитания достаточно, чтобы элементарное воспитание на текущем такте превосходило воспитание на предыдущем такте. Показано, что для роботов с абсолютной памятью для приближения к цели воспитания достаточно положительного скалярного произведения текущего воспитания и цели воспитания. Показано, что для равномерно забывчивых роботов, если элементарное воспитание на текущем такте превосходит некоторую «забытую» долю воспитания на предыдущем такте, то робот стремится к цели воспитания. Сформулировано необходимое условие приближения воспитания робота к цели воспитания в процессе увеличения воспитательных тактов. Сформулирована и доказана теорема о том, что базис комплексных гармонических эмоций робота порождает базис его гармонических воспитаний. Согласно приведенным в статье результатам, предлагается определять величину достижения роботом поставленной воспитательной цели и формулировать условие достижения цели, обеспечивающее достижение воспитательной цели за наименьшее количество воспитательных тактов. Результаты, описанные в статье, предлагается применять для проектирования воспитания групп роботов, исходя из того, что каждый робот группы имеет общую цель воспитания, разные векторы воспитания в настоящий момент времени и разные коэффициенты памяти.

Ключевые слова: целеустремленность, модель, базис, общеэмоциональный, робот

MATHEMATICAL MODEL OF INTEGRATED EDUCATION OF COMPLEX EMOTIONS OF A ROBOT

Anisimova S.I.

Perm State University, Perm, e-mail: kolsve@mail.ru

An integral characteristic of achieving the goal of educating robots is introduced and considered. A mathematical model of the purposefulness of the robot in achieving the goal of education is proposed. A mathematical definition of the dependence of the integral characteristic of achieving the goal on the purposefulness of the robot is introduced. A theorem is formulated and proved that links the conditions of striving for the upbringing of a robot and its achievement of the goal of upbringing. The conditions for the approximation of the upbringing of the robot to the goal of its upbringing are formulated for different coefficients of the robot's memory. It is shown that with a memory coefficient equal to zero, to approach the goal of education, it is sufficient that elementary education at the current cycle is superior to education at the previous cycle. It is shown that for robots with absolute memory to approach the goal of upbringing, a positive scalar product of the current upbringing and the goal of upbringing are sufficient. It is shown that for uniformly forgetful robots, if elementary education at the current cycle exceeds some «forgotten» share of education at the previous cycle, then the robot strives for the goal of education. The necessary condition for bringing the robot upbringing closer to the goal of upbringing in the process of increasing the upbringing measures has been formulated. The theorem is formulated and proved that the basis of complex harmonic emotions of a robot generates the basis of its harmonious upbringing. According to the results presented in the article, it is proposed to determine the value of the robot's achievement of the set educational goal and to formulate the conditions for achieving the goal, ensuring the achievement of the educational goal in the least number of educational steps. The results described in the article are proposed to be applied to the design of the education of groups of robots, based on the fact that each robot of the group has a common goal of education, different vectors of education at the present time and different memory coefficients.

Keywords: purposefulness, model, basis, general emotional, robot

В монографии [1] приведено определение комплексных эмоций робота. Также введено определение воспитания робота. Программист может ставить перед собой цель добиться заданного воспитания робота. При этом возникает задача контроля достижения роботом поставленной воспитательной цели на каждом этапе воспитания.

Актуальность данной статьи продиктована необходимостью нахождения способов численной оценки достижения воспитательной цели.

Цель данной статьи состоит в построении математических моделей эмоционального состояния робота и целеустремленности робота при достижении поставленной воспитательной цели.

Общая математическая модель цели воспитания робота

Пусть задана цель воспитания робота, определяемая соотношением:

$$\overline{A} = \left(A_1, \ldots, A_n\right),$$

где $A_i > 0$, $i = \overline{1,n}$ n – количество базовых эмоций в комплексной эмоции робота [1].

Пусть вектор воспитаний робота, полученных в результате возникших у него эмоций в ответ на раздражающий стимул, имеет вид:

$$\overline{R} = \left(R_1, \ldots, R_n\right).$$

Пусть ψ – угол между векторами $\overline{A}$ и $\overline{R}$.

Известно, что скалярное произведение векторов удовлетворяет соотношению [2]:

$$\left(\overline{A}, \overline{R}\right) = \left|\overline{A}\right|\left|\overline{R}\right|\cos\psi .$$

Следовательно, косинус угла ψ между векторами можно определить по формуле:

$$\cos\psi = \frac{\left(\overline{A}, \overline{R}\right)}{\left|\overline{A}\right|\left|\overline{R}\right|} .$$

По определению проекции [2] справедливо равенство:

$$\overline{R}_{\text{пр}} = \left|\overline{R}\right|\cos\psi ,$$

где $\overline{R}_{\text{пр}}$ – это проекция вектора $\overline{R}$ на $\overline{A}$.

Таким образом, интегральную характеристику δ, описывающую величину достижения поставленной воспитательной цели при заданном воспитании робота, можно вычислить по следующей формуле:

$$\delta = \frac{\left|\overline{R}_{\text{пр}}\right|}{\left|\overline{A}\right|} .$$

Пусть α = cos ψ, тогда справедливо соотношение:

$$\alpha = \cos\psi = \frac{\left(\overline{A}, \overline{R}\right)}{\left|\overline{A}\right|\left|\overline{R}\right|} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i R_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} R_i^2}} . \quad (1)$$

Очевидно соотношение: α∈ [–1, 1].

Величину α назовем целеустремленностью робота при достижении воспитательной цели.

Очевидно то, что большему численному значению α соответствует большая целеустремленность к цели воспитания.

Справедлива цепочка равенств:

$$\delta = \frac{\left|\overline{R}\right|\left(\overline{A}, \overline{R}\right)}{\left|\overline{A}\right|\left|\overline{A}\right|\left|\overline{R}\right|} = \frac{\left(\overline{A}, \overline{R}\right)}{\left|\overline{A}\right|^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i R_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} , \quad (2)$$

$$\delta = \frac{\alpha\left|\overline{R}\right|}{\left|\overline{A}\right|} , \alpha = \frac{\delta\left|\overline{A}\right|}{\left|\overline{R}\right|} .$$

Общая математическая модель достижения цели для гармонических эмоций робота

В монографии [1] описывается элементарная эмоция в виде гармонической функции

$$M_j(t) = P_j \sin\left(\frac{\pi}{t_j - t_{j-1}}\left(t - t_{j-1}\right)\right),$$

где $t \in [t_{j-1}, t_j]$, P_j = const, t – текущий момент времени, t_{j-1} – момент времени начала действия элементарной эмоции, t_j – момент времени окончания действия элементарной эмоции, j – номер такта.

Исходя из предыдущей формулы и работы [1] вычислим элементарное воспитание робота:

$$R_j = \int_{t_{j-1}}^{t_j} P_j \sin\left(\frac{\pi}{t_j - t_{j-1}}\left(t - t_{j-1}\right)\right)dt = \frac{2P_j\left(t_j - t_{j-1}\right)}{\pi}.$$

Отсюда следует, что вектор воспитаний робота, полученный на такте с номером j, будет иметь вид:

$$\overline{R}_{i,j} = \left(R_{1,j} \ldots R_{n,j}\right).$$

Тогда становится очевидным соотношение:

$$\delta_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \dfrac{2P_{i,j}\left(t_j - t_{j-1}\right)}{\pi}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}. \quad (3)$$

В работе [1] предложено элементы вектора комплексного эмоционального воспитания робота вычислять по формуле:

$$R_{i,j} = r_{i,j} + \Theta_{\mathrm{i,j}} \mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}},$$

где j – номер такта, $\Theta_{\mathrm{i,j}} \in [0,1]$ – коэффициент памяти, r_{ij} – элементарное воспитание.

С учетом коэффициентов памяти робота справедливы соотношения:

$$\delta_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} + \Theta_{\mathrm{i,j}} \mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}\right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}, \quad (4)$$

$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} R_{i,j}^2}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} + \Theta_{\mathrm{i,j}} \mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(r_{i,j} + \Theta_{\mathrm{i,j}} \mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}\right)^2}}. \quad (5)$$

Рассмотрим разность интегральных характеристик достижения цели для двух последовательных тактов, где δ_j – значение величины достижения поставленной цели при воспитательном такте с порядковым номером j.

Очевидна следующая цепочка равенств:

$$\delta_j - \delta_{j-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} + \Theta_{\mathrm{i,j}} \mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}\right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} - \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(\mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}\left(\Theta_{\mathrm{i,j}} - 1\right) + r_{i,j}\right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}. \quad (6)$$

Сформулируем следующую теорему.

Теорема 1.

При стремлении воспитания к цели воспитания должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^{n} A_i \left(\mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}\left(1 - \Theta_{\mathrm{i,j}}\right)\right) < \sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j}\right). \quad (7)$$

Доказательство.

Очевидно, что при достижении цели разность $\delta_j - \delta_{j-1}$ должна быть положительна, т.е. должно выполняться неравенство:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(\mathrm{R}_{\mathrm{i,j-1}}\left(\Theta_{\mathrm{i,j}} - 1\right) + r_{i,j}\right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} > 0.$$

Преобразовывая полученное неравенство и учитывая то, что знаменатель дроби всегда положительный и $\Theta_{i,j} \in [0,1]$, получаем неравенство (7).

Таким образом, теорема доказана.

Из теоремы 1 следует несколько выводов.

1. Если коэффициент памяти равен нулю $\Theta_{i,j} = 0$, то

$$\sum_{i=1}^{n} A_i \left(R_{i,j-1} \right) < \sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} \right) . \tag{8}$$

Если элементарное воспитание на текущем такте превосходит воспитание на предыдущем такте, тогда воспитание будет приближаться к цели.

2. Если робот обладает абсолютной памятью [1] ($\Theta_{i,j} = 1$), то

$$\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} \right) > 0 . \tag{9}$$

3. Если робот равномерно забывчивый [3, 4] ($\Theta_{i,j}$ не зависит от номера такта *j*), то

$$\sum_{i=1}^{n} A_i \left(R_{i,j-1} \left(1 - \Theta_i \right) \right) < \sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} \right) . \tag{10}$$

Очевидно, что воспитание робота стремится к воспитательной цели, если элементарное воспитание на текущем такте превосходит некоторую «забытую» долю воспитания на предыдущем такте.

Очевидно, что, чем ближе воспитательный процесс приближается к цели воспитания $\bar{A}$, тем больше забываемая величина текущего воспитания и тем больше должно быть элементарное воспитание $r_{i,j}$.

Исследование математической модели достижения цели при комплексных гармонических эмоциях

Очевидна цепочка равенств:

$$\frac{\alpha_j}{\alpha_{j-1}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)^2}} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(R_{i,j-1} \right)^2}}{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j-1}} =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)^2}} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(R_{i,j-1} \right)^2}}{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j-1}} . \tag{11}$$

Рассмотрим только положительные целеустремленности α, которые приближают робота к цели воспитания.

Тогда необходимое условие приближения к цели воспитания описывается соотношениями:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)^2}} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(R_{i,j-1} \right)^2}}{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j-1}} > 1 ,$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j-1}} > \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(r_{i,j} + \Theta_{i,j} R_{i,j-1} \right)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(R_{i,j-1} \right)^2}} . \tag{12}$$

Рассмотрим равномерно забывчивого робота с равноценными эмоциями. Согласно [5] для такого робота воспитание вычисляется по формуле:

$$R_{i,j-1} = q_i \frac{1-\Theta_i^{j-1}}{1-\Theta_i},$$

где q_i – элементарное воспитание робота, i – постоянное для каждого такта j.

Справедлива следующая цепочка равенств:

$$\delta_j - \delta_{j-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(q_i \frac{1-\Theta_i^{j}}{1-\Theta_i} \right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} - \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \left(q_i \frac{1-\Theta_i^{j-1}}{1-\Theta_i} \right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i q_i \Theta_i^{j-1}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}. \qquad (13)$$

Описанная выше цепочка равенств дает основание утверждать, что, если q_i имеет один знак с A_i, то δ_j будет возрастающей последовательностью, что определяет увеличение значения достижения поставленной воспитательной цели.

Рассмотрим разность интегральных характеристик достижения воспитательной цели для гармонических эмоций.

Для гармонических эмоций справедлива следующая цепочка равенств:

$$\delta_j - \delta_{j-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \frac{2P_{i,j}\left(t_j - t_{j-1}\right)}{\pi}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} - \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \frac{2P_{i,j-1}\left(t_{j-1} - t_{j-2}\right)}{\pi}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{2A_i}{\pi}\left(P_{i,j}\left(t_j - t_{j-1}\right) - P_{i,j-1}\left(t_{j-1} - t_{j-2}\right)\right)}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}. \qquad (14)$$

Анализ цепочки равенств позволяет утверждать, что для того, чтобы разность $\delta_j - \delta_{j-1}$ была положительной, требуется совпадение по знаку величин A_i и P_i (независимо от номера такта j), а также длительность воздействия или амплитуда эмоции $P_{i,j}$ каждой последующей эмоции должна увеличиваться с увеличением номера такта j.

Рассмотрим разность интегральных характеристик $\delta_j - \delta_{j-1}$ достижения цели для гармонических эмоций, когда такты равны между собой $t_j - t_{j-1} = t$.

Для этого случая справедлива цепочка равенств:

$$\delta_j - \delta_{j-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \frac{2P_{i,j}(t)}{\pi}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} - \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i \frac{2P_{i,j-1}(t)}{\pi}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2} =$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \frac{A_i}{\pi} 2t\left(P_{i,j} - P_{i,j-1}\right) > 0. \qquad (15)$$

Отсюда следует, что для приближения воспитания к цели знак разности $(P_{i,j} - P_{i,j-1})$ должен совпадать со знаком A_i.

В статье [6] описываются гармонические эмоции и гармонические воспитания робота, а также предложены базисы гармонических воспитаний. Рассмотрим базис для гармонических воспитаний при $P_{i,j} = 1$. Этот базис имеет вид:

$$\overline{e_1} = \left(2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi}, 0, 0, \ldots 0 \right),$$

$$\overline{e_2} = \left(0, 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi}, 0, \ldots 0\right),$$

$$\ldots$$

$$\overline{e_n} = \left(0, 0, 0, \ldots 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi}\right).$$

Очевидно, что цель воспитания и полученное воспитание по гармоническому базису имеют вид [7]:

$$\overline{A} = A_1\overline{e_1} + A_2\overline{e_2} + \ldots + A_n\overline{e_n},$$

$$\overline{R}_j = R_{1,j}\overline{e_1} + R_{2,j}\overline{e_2} + \ldots + R_{n,j}\overline{e_n}.$$

Сформулируем следующую теорему.

Теорема 2. Базис гармонических эмоций порождает базис гармонических воспитаний.

Доказательство

Рассмотрим матрицу H, построенную на векторах $\overline{e_1}, \overline{e_2}, \ldots, \overline{e_n}$ [7]:

$$H = \begin{pmatrix} 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi} & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi} & \ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & \ldots & 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi} \end{pmatrix}.$$

Определитель Δ данной матрицы имеет вид [7]:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi} & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi} & \ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & \ldots & 2\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi} \end{vmatrix} = 2^n\left(\frac{t_j - t_{j-1}}{\pi}\right)^n.$$

Поскольку длина такта $t_j - t_{j-1} \neq 0$, то данный определитель не равен нулю. Отсюда следует, что базис гармонических воспитаний действительно будет базисом.

Таким образом, интегральная характеристика достижения цели δ_j сама по себе описывается через базис гармонических воспитаний и имеет вид:

$$\delta_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i R_{i,j}}{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}. \qquad (16)$$

В РФ разработана программная система численной оценки психоэмоционального состояния человека VibraImage [8]. Система позволяет автоматически вычислять и визуально оценивать психоэмоциональное состояние человека с помощью компьютерной обработки телевизионного сигнала и его преобразования в виброизображение. Психоэмоциональное состояние человека характеризуется на основе запатентованных авторами разработки алгоритмов анализа вестибулярно-эмоционального рефлекса и макродвижений. Система VibraImage анализирует и регистрирует более 20 параметров виброизображения и позволяет пользователю осуществлять настройку системы в соответствии со своими задачами и определять требуемые психофизиологические параметры человека.

Заключение

Таким образом, в настоящей статье впервые доказано, что базис гармонических воспитаний является базисом; впервые рассмотрены условия достижения роботом цели воспитания, а также сформулирована теорема об условиях достижения роботом поставленной воспитательной цели при разных коэффициентах памяти робота. По приведенным в статье результатам становится возможным определять величину достижения роботом поставленной воспитательной цели и формулировать условия достижения цели за определенное количество воспитательных тактов.

Практическая значимость результатов, представленных в данной статье, позволяет проектировать воспитание групп роботов исходя из того, что каждый робот группы имеет общую цель воспитания, разные векторы воспитания в настоящий момент времени и разные коэффициенты памяти. На основе математических моделей роботов, предложенных в настоящей статье, можно использовать программу VibraImage для хотя бы весьма приближенного вычисления достижения поставленной воспитательной цели человеком согласно измеренным его воспитаниям с помощью компьютера.

Список литературы

1. Пенский О.Г., Шарапов Ю.А., Ощепкова Н.В. Математические модели роботов с неабсолютной памятью и приложения моделей: монография. Пермь: Изд-во ПермГУ, 2018. 310 с.

2. Минорский В.П. Векторная Алгебра. М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1951. 80 с.

3. Кузнецов А.Г. Пенский О.Г., Ощепкова Н.В. Математическая модель и алгоритм накопления информации роботом с неабсолютной памятью // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2018. Т. 18. № 2. С. 142–148.

4. Черников К.В. Математические модели роботов с неабсолютной памятью: дис. … канд. ф.-м. наук. Пермь, 2013. 138 с.

5. Пенский О.Г., Анисимова С.И. Математические модели комплексных эмоций и комплексных воспитаний робота // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12 (2). С. 343–346.

6. Анисимова С.И. Общие свойства математических моделей комплексных эмоций робота // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 8. С. 9–13.

7. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Линейная алгебра. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. 280 с.

8. Система контроля психоэмоционального состояния человека (Версия VibraImage 7.0) [Электронный ресурс]. URL: http://www.elsys.ru/vibraimage.php (дата обращения: 27.07.2021).

УДК 004.896

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАЛИБРОВОЧНОГО МАКЕТА ДЛЯ ВАЛИДАЦИИ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОБУЧЕНИИ АНТРОПОМОРФНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ КИСТИ

Арутюнян М.Г., Филиппович Ю.Н., Лаврененко И.С.

Московский политехнический университет, Москва, e-mail: magstar24@gmail.com

Развитие робототехники уже сегодня позволяет решать различные социальные проблемы, такие как уход за престарелыми людьми, снижение человеческих потерь в военных конфликтах, управление транспортными средствами и др. В статье приведено описание популярности разработок антропоморфных роботов, имитирующих поведение людей, приведен спектр применения таких роботов и сложности при их проектировании. Данные робототехнические комплексы выделяются особенностями конструкций и функциональными характеристиками. Рассматриваемый в статье подход является решением для частной задачи обучения жестам робототехнических комплексов при помощи умного экзоскелета. Изложен подход и алгоритм проектирования данного решения. Описан прототип экзоскелета-учителя, изложен алгоритм обучения экзоскелета. В статье описана модель калибровочного макета антропоморфной роботизированной кисти, а также приведена методика верификации точностных характеристик при обучении кисти роботизированного комплекса типа «робо-рука». Описаны требования к обучаемым роборукам по приведенной методике – обучаемость и антропоморфность. В методике описан новый подход к обучению и проверке корректности самого обучения при помощи роботизированного экзоскелета. Описан процесс организации эксперимента и обработки результатов – точность позиционирования и время демонстрации. Изложен сам результат экспериментального обучения.

Ключевые слова: робототехника, русский жестовый язык, дактиль, экзоскелет, антропоморфный

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE CALIBRATION PROTOTYPE FOR THE ACCURACY VALIDATION OF LEARNING OF THE ANTHROPOMORPHIC ROBOTIC HAND

Arutyunyan M.G., Filippovich Yu.N., Lavrenenko I.S.

Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: magstar24@gmail.com

The development of robotics already makes possible to solve various social problems, such as caring for the elderly people, reducing human losses in military conflicts, driving vehicles, etc. The article describes the popularity of the anthropomorphic robots that imitate human behavior, and provides a range of applications for such robots and the complexity of their design. These robotic systems are stand out by structural features and functional characteristics. The method considered in the article is a solution for the particular problem of teaching robotic complexes to use gestures with smart exoskeleton. The approach and design algorithm for this solution are described. The article tells about exoskeleton- teacher and learning algorithm of it. The article also describes a model of a calibration model of an anthropomorphic robotic hand and provides a method for verifying the accuracy of characteristics in a robotic complex of the “robotic hand” type. The requirements for trained robotic arms are described according to the given methodology – learning and anthropomorphism. The methodology describes a new approach to training and verification of the correctness of the training itself using a robotic exoskeleton. The process of organizing the experiment and processing the results are described – positioning accuracy and demonstration time. The results of the experimental learning are introduced.

Keywords: robotics, Russian sign language, dactyl, exoskeleton, anthropomorphic

Развитие робототехники уже сегодня позволяет решать различные социальные проблемы, такие как уход за престарелыми людьми, снижение человеческих потерь в военных конфликтах, управление транспортными средствами и др. Также большое распространение робототехника получила в медицине. Существуют разные категории роботов, используемые в медицине: роботы-ассистенты, различные хирургические системы, роботизированные протезы, но самыми распространенными являются роботы-манекены, имитирующие человека. Такие роботы, как правило, отличаются особенностями конструкций и функциональными характеристиками.

Роботы, копирующие поведение каких-либо животных или людей, имеют большую популярность в сфере аниматроники. Аниматронные фигуры являются роботизированными системами, которые разработаны именно для воспроизведения поведения персонажей, животных и т.д. Аниматронные роботы, как правило, используются как часть аттракционов, театральных представлений, а также розничной продажи для всевозможных развлекательных заведений. Важными характеристиками для таких роботов является точность воспроизведения движений, мимики, характеристики форм и размеров. Кроме больших амплитудных движений, также часто важны мелкие движения, например кистей, пальцев, рта и т.д.

Сейчас можно с уверенностью сказать, что антропоморфные роботы являются очень популярными и востребованными.

Данные робототехнические комплексы выделяются особенностями конструкций и функциональными характеристиками [1]. Одной из самых сложных по строению компонентой антропоморфных роботов является рука [2]. Спектр применения данного типа роботов весьма широк. Они востребованы как в космонавтике, так и в медицине и военной сфере. Кроме того, робототехнические руки играют большую роль в сфере развлечения, а также при решении социальных проблем. Например, в решении вопроса обучения жестовому языку слышащих, глухих и слабослышащих людей.

Для решения данной проблемы проектируются антропоморфные роботы-сурдопереводчики, которые обладают функционалом демонстрации жестов на РЖЯ. Основная сложность при создании такого робота – обучить систему коммуникации, то есть воспроизвести движения человеческой руки для каждого жеста. Для достижения цели и такого функционала разработчикам необходимо решить ряд задач: 1) изучение русского жестового языка; 2) формализация жестов; 3) разработка ПО для демонстрации жестов или обучение робота. Первые два пункта имеют исследовательский характер, а разработка требует индивидуального подхода. Данный список задач можно отнести к решению множества проблем, не только для разработки робота-сурдопереводчика, но и различных иных роботов, имитирующих особое поведение людей, например: робот-повар, робот-массажист [3] и т.д.

Существуют различные способы обучения интеллектуальных роботов, но они все требуют индивидуального подхода [4; 5]. Рост технологий дал возможность нового вида обучения – роботы учат роботов. Данный метод подразумевает процесс обучения как запоминание эталонной модели и её воспроизведение. Такой подход даёт возможность унификации обучения и простоты проектирования: разработчикам не нужно глубоко погружаться в моделирование процесса, формализацию задачи, а необходимо только разработать систему, умеющую повторять действия.

Рассматриваемый в статье подход является решением для частной задачи обучения жестам робототехнических комплексов при помощи умного экзоскелета.

Описание экзоскелета

Экзоскелет (рис. 1) спроектирован на основе антропометрических усреднённых данных [6] и электронной модели кисти руки, полученной фотограмметрическим [7] способом. Имеет все необходимые степени свободы для демонстрации дактилем русского жестового языка. Конструктивно часть деталей изготавливается аддитивным способом. В качестве актуаторов используются сервоприводы и линейные приводы. Время автономной работы достигает 5 часов.

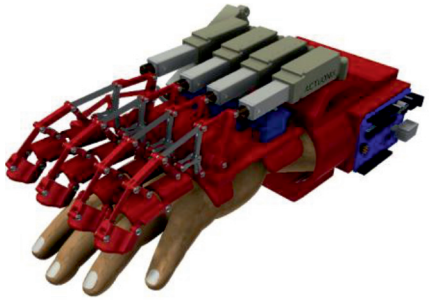


Рис. 1. Электронная модель экзоскелета

Обучение происходит по следующему алгоритму: человек демонстрирует дактилему, надев устройство на свою руку. Экзоскелет запоминает последовательность сигналов, полученных в результате демонстрации. Считывая показания потенциометров каждого из актуаторов, получаем матрицу значений для конкретной буквы. Демонстрация продолжается до тех пор, пока точность обучаемой модели не достигнет заданного нами уровня. Этот способ является прямым методом построения системы управления экзоскелетом [8].

Таблица 1

Значения с потенциометров актуаторов для дактилемы «А»

Id	Letter	Act_1	Act_2	Act_...	Act_N
1	A_1	80	79	0	180
2	A_2	78	79	0	179
3	A_3	81	82	0	177
…					
Id_N	A_Id_N	76	80	0	180

Примечания: Id – номер измерения, Letter – измеряемая дактилема, Act_N – номер актуатора, с потенциометра которого снимают значения.

В табл. 1 представлены значения с потенциометров актуаторов для серии измерений применительно к дактилеме «А». В качестве итоговых значений для актуаторов экзоскелета принимаются усреднённые значения, определённые по следующей формуле:

$$Act_1_SR = \frac{\sum_{i=1}^{Id_N} Act_1_i}{Id_N}.$$

Рассматриваем обученный экзоскелет как часть калибровочного макета.

Требования к обучаемым роборукам

Одной из основных проблем при создании антропоморфной руки является имитация действий человека, а именно, повторение мелкой моторики. Наглядным примером применения таких действий является жестовый язык, в котором полностью раскрывается потенциал мышц кисти и руки. Воссоздание такого функционала в роботе – трудоемкий и индивидуальный процесс, так как все системы проектируются различными командами, методиками и алгоритмами.

Предлагается решение использовать экзоскелет для обучения антропоморфных роботов вида «робо-рука». Данное решение нацелено на унификацию подхода обучения роботов. Отличием решения является методика обучения, которое отделяет компоненты экзоскелета и робота в разрезе программного кода, обучение производится путем физического контакта двух робототехнических систем, что дает свободу в выборе механизмов движения, программного кода и компонент робота.

Но к обучаемому роботу применяется ряд требований:

1. Антропоморфность

Экзоскелет-учитель может быть надет только на антропоморфную руку. Должны быть соблюдены допуски по антропометрическим показателям ладони и пальцев. Модель роборуки должна иметь такое же количество степеней свободы, что и человеческая рука или экзоскелет.

2. Обучаемость

Антропоморфная робототехническая рука должна иметь возможность обучения, а именно, система должна запоминать и заносить в базу данных имитацию движений, которые производит экзоскелет. Допустим, производится обучение дактилемам РЖЯ. Экзоскелет производит демонстрацию, при этом антропоморфная рука фиксирует изменения положения актуаторов от начала до конца действия. Такой функционал можно создать при помощи потенциометров, резисторов и т.д.

Экзоскелет с помощью настраиваемых по размеру звеньев устанавливается на обучаемую антропоморфную роботизированную кисть (рис. 2). Сперва запускается проверочный алгоритм, который фиксирует количество степеней свободы роборуки, благодаря обратной связи экзоскелета. Далее начинается процесс тестирования и валидации обучения.

Методика проверки результатов обучения

Для определения результатов обучения необходимо провести эксперимент**,** цель которого – исследовать точность позиционирования фаланг пальцев антропоморфной робототехнической кисти при демонстрации дактилем русского жестового языка.

Объектом эксперимента является механизм движения отдельных фаланг пальцев и пальцев робототехнической системы вида «кисть».

Предметом исследования является выявление точности позиционирования пальцев при передвижении дактилем антропоморфной робототехнической кистью, определение отклонений от человеческой руки и эталонных значений экзоскелета.

Независимая переменная: выбранные конкретные дактилемы.

Зависимая переменная: траектория движения фаланг.

Организация эксперимента: с помощью анализа движений пальцев человеческой и робототехнической кистей при демонстрации определенных дактилем строится модель и выявляются дискретные данные о скорости, углах изгиба и относительного положения фаланг. Таким образом, после сравнения дискретных значений будет сделан вывод о валидности точности позиционирования.

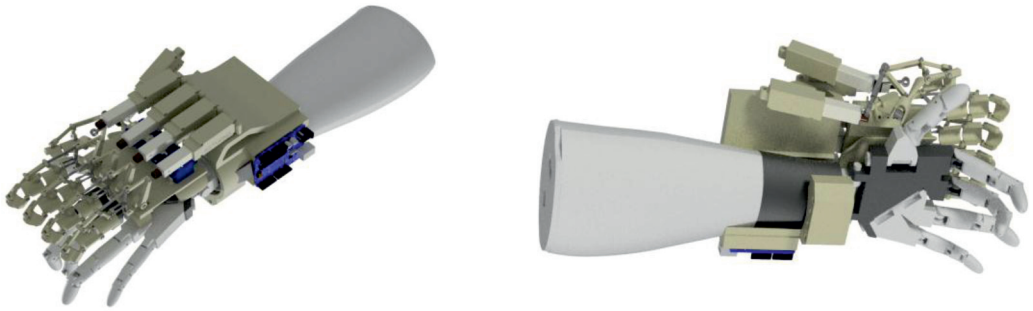


Рис. 2. Экзоскелет на антропоморфной роборуке

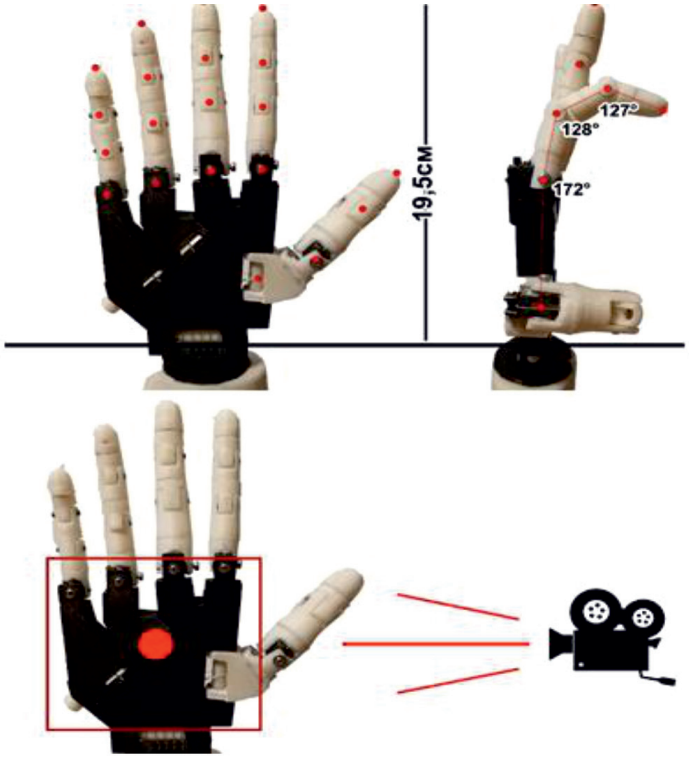


Рис. 3. Методика эксперимента

Угрозы валидности:

– Механические погрешности в робототехнической системе.

– Аппаратные погрешности в программном обеспечении.

– Фоновые воздействия на систему.

– Некорректность выбора точек расчета.

Методика проверки

Для эксперимента произведена демонстрация нескольких дактилем. Для валидности эксперимента были выбраны дактилемы с наиболее вариативными траекториями движений фаланг, а именно, буквы А, У, Я, Е, О, К. Дискретные характеристики движений сравниваются с демонстрацией дактилем человеком. В основании каждой фаланги и на кончике пальца выбираются точки расчета. Определение характеристик ведется по выбранным точкам. Для определения корректности демонстрации и точности позиционирования выбраны следующие параметры:

1. Время демонстрации дактилемы

Производится видеозапись демонстрации дактилем антропоморфной кистью и человеческой рукой. Производится замер времени при помощи часов. Начальное положение для демонстрации – дактилема В (все пальцы выпрямлены). Временем демонстрации дактилемы считается отрезок времени от начала движения первой из участвующий фаланг и до времени завершения движений всей системы. Измерения ведутся в секундах до двух знаков после запятой (рис. 3).

2. Точность позиционирования

Производится видеозапись демонстрации дактилем антропоморфной кистью и человеческой рукой. Производится сбор дискретных данных о расположении точек расчета. Точность позиционирования рассматриваться в плоскостях Ох и Оу. Точки расчета соединяются отрезками. Угол изменения – это угол между двумя отрезками расчета. Начальное положение – дактилема В.

Так как расположение большого пальца отлично от остальных, методика расчета точности ведется в другой плоскости. Расчет градуса отклонения ведется при помощи транспортира. Эксперимент фиксируется в виде чертежей и математической модели, основанной на фото- и видеоматериале.

Проверка с помощью экзоскелета

Данный метод предполагает проверку точности позиционирования фаланг и времени демонстрации жестов антропоморф-

ной роборукой при помощи экзоскелета. Экзоскелет-учитель переводится в режим «валидации». В данном режиме экзоскелет фиксирует изменения положений фаланг роборуки и выявляет разницу между эталонными показателями и данными, полученными в ходе тестирования. Программно задается, какой жест должен быть проверен экзоскелетом. Система фиксирует начальные положения, а также время начала движения хотя бы одной фаланги роборуки. При остановке фиксируются положение фаланг и время завершения движений. Данные заносятся в базу и рассчитывается разница. В результате выявляется погрешность.

Демонстрация каждой дактилемы производится по три раза для сравнения характеристик и качества работы механизма движения непосредственно робототехнической системы.

Обработка результатов

Для тестирования механизмов движения прототипа был проведен эксперимент с подсчетом времени демонстрации дактилем.

1. Время демонстрации дактилемы

Полученные видеоматериалы обработаны в программном обеспечении Filmora. Выходные данные будут регистрироваться в табл. 2.

Таблица 2

Скорость демонстрации дактилем

n	x	y (сек)	Z1	Z2	Z3
1	А	0.73	0.85	0.83	0.87
2	У	0.80	0.76	0.82	0.83
3	Я	0.98	0.96	1.01	0.95
4	Е	0.88	0.92	0.93	0.92
5	О	0.90	0.94	0.91	0.96
6	К	0.95	0.86	0.91	0.87

Примечания: n – номер эксперимента; x – выбранная дактилема; y – время демонстрации человеком; Z1, Z2, Z3 – время выполнения роборукой.

2. Точность позиционирования

Для тестирования полноценного макета проведен эксперимент со сбором точностных характеристик позиционирования. Тестирование проводится при помощи экзоскелета, данные которого считаем эталонными. Расчет идет от нулевой точки (ладонь). Данные программно фиксируются при помощи экзоскелета. Выходные показатели будут регистрироваться в табл. 3.

Таблица 3

Углы демонстрации дактилем

n	**x**	**y**	**F1A1**	**F1A2**	**F1A3**
1	А	1	70	60	23
2	У	1	72	83	90
5	О	1	72	61	30
1	А	2	74	63	24
2	У	2	74	80	87
5	О	2	72	63	32
n	**x**	**y**	**F2A1**	**F2A2**	**F2A3**
1	А	1	90	93	90
2	У	1	90	93	90
5	О	1	70	80	85
1	А	2	91	90	91
2	У	2	92	91	93
5	О	2	72	82	85
n	**x**	**y**	**F3A1**	**F3A2**	**F3A3**
1	А	1	10	10	5
2	У	1	8	8	3
5	О	1	5	5	2
1	А	2	10	10	5
2	У	2	8	8	3
5	О	2	5	5	2
n	**x**	**y**	**F4A1**	**F4A2**	**F4A3**
1	А	1	10	10	5
2	У	1	8	8	3
5	О	1	5	5	2
1	А	2	10	7	3
2	У	2	5	4	3
5	О	2	5	5	2
n	**x**	**y**	**F5A1**	**F5A2**	**F5A3**
1	А	1	3	3	1
2	У	1	4	3	3
5	О	1	5	5	3
1	А	2	7	7	3
2	У	2	8	5	2
5	О	2	5	4	2

Примечания: x – выбранная дактилема; y – признак объекта (экзоскелет 1 / роборука 2); F1A1-F5A3 – рассчитанные углы, где F1-F5 – номер пальца (от мизинца (1) до большого (5)), A1-A3 – номер угла, F5A4 – угол между большим пальцем и ладонью.

Тем самым погрешность находится в допустимом значении – не более 10 градусов, что является оптимальным показателем для демонстрации жестов.

Заключение

Экспериментально апробирована разработанная методика верификации точност-

ных характеристик роборук в результате обучения кисти калибровочным макетом, включающим в себя экзоскелет и программное обеспечение, фиксирующее в базу данных изменение положений фаланг. Результаты эксперимента дают основания полагать, что с помощью калибровочного макета возможно с достаточной степенью точности обучать роботизированные комплексы типа «робо-рука», которые соответствуют предъявляемым требованиям.

Список литературы

1. Платонов Ю.В. Применение интеллектуальных технологий в современных сервоприводах // Colloquium-journal. 2019. № 10–2(34). С. 134–138.

2. Азизов И.Р. Обзор существующих конструкций антропоморфных роботов-манипуляторов // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды: материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием. (Саратов, 23–24 января 2019 г.). Саратов: Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2019. С. 341–344.

3. Архипов М.В., Саморуков А.Е., Головин В.Ф. О возможности развития направления «роботизированный массаж» в российском научном центре медицинской реабилитации и курортологии // Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017): II Всероссийская конференция. (Москва, 15 декабря 2017 г.). М.: Московский государственный гуманитарно-экономический университет, 2018. С. 77–79.

4. Solovyeva E.B., Abdullah A. Controlling system based on neural networks with reinforcement learning for robotic manipulator. Information and Control Systems. 2020. No. 5 (108). P. 24–32. DOI: 10.31799/1684-8853-2020-5-24-32.

5. Осипов В.Ю., Милосердов Д.И. Нейросетевое прогнозирование событий для роботов с непрерывным обучением // Информационно-управляющие системы. 2020. № 5 (108). С. 33–42. DOI: 10.31799/1684-8853-2020-5-33-42.

6. Арутюнян М.Г. Формализация движений пальцев и построение виртуальной модели по антропометрическим данным кисти руки // Colloquium-journal. 2019. № 13–1(37). С. 38–45.

7. Скрыпицына Т.Н., Кожевникова М.И. Стереофотограмметрические методы для оценки биометрических параметров тела человека // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2016. № 2. С. 102–108.

8. Ларионенко А.С., Царьков И.С. Обучение антропоморфного робота методом демонстрации // Интеллектуальные системы, управление и мехатроника – 2019: материалы V Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Севастополь, 28–30 мая 2019 года / науч. ред. Крамарь В.А. Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2019. С. 34–40.

9. Авдонин К.А., Захаров О.В. Анализ движения антропоморфных роботов // Динамика сложных сетей и их применение в интеллектуальной робототехнике: сборник материалов I Международной школы-конференции молодых учёных. (Саратов, 20–22 ноября 2017 г.). Саратов: Издательство «Научная книга», 2017. С. 15–16.

УДК 004.4:37.026

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ЛИЧНОСТИ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА

Базарнов Д.В., Рябухина Е.А., Фирсова С.А.

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

В статье описана архитектура прототипа программно-информационной системы, предназначенной для тестирования специалистов в области программной инженерии с целью выявления их мотивационных установок в профессиональной деятельности. Система предусматривает реализацию тестирующего и анализирующего модулей. В тестирующем модуле будут проведены различные тесты на определение мотивационных факторов респондента. Результаты тестирования представлены в виде многомерных массивов данных, которые анализирующий модуль обрабатывает посредством статистических методов, в частности методами кластерного, факторного, дисперсионного, корреляционного анализа. Сгенерированные системой выводы дают возможность руководителю организации повысить эффективность управления командой разработчиков программного обеспечения путем учета мотивации сотрудников при формировании команды разработчиков и расстановке кадров в ней. Архитектура проектируемой системы разработана с помощью UML-диаграмм. В статье представлены следующие типы примененных диаграмм: диаграммы вариантов использования, деятельности, последовательности, классов, компонентов. Гибкая архитектура системы позволяет добавлять как различные психологические тесты, так и дополнительные статистические методы. Планируемая реализация представленной системы в виде web-приложения даст возможность применять ее в различных предметных областях, методами исследования в которых являются тестирование и анкетирование, подразумевающие обработку больших массивов информации.

Ключевые слова: программная инженерия, мотивация, психологический профиль личности, программно-информационная система, UML-диаграмма, многомерный анализ данных

DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF A SOFTWARE AND INFORMATION SYSTEM FOR DETERMINING THE PSYCHOLOGICAL PROFILE OF A PERSON AND PROCESSING THE RESULTS BY METHODS OF MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS

Bazarnov D.V., Ryabukhina E.A., Firsova S.A.

Ogarev Mordovian State University, Saransk, e-mail: karpushkinasa@yandex.ru

The article describes the architecture of a prototype of a software and information system designed for testing specialists in the field of software engineering in order to identify their motivational attitudes in their professional activities. The system provides for the implementation of a testing and analyzing module. In the testing module, various tests will be implemented to determine the motivational factors of the respondent. The test results are presented in the form of multidimensional data arrays that the analyzing module processes using statistical methods, in particular, methods of cluster, factor, variance, and correlation analysis. The conclusions generated by the system enable the head of the organization to improve the efficiency of managing the software development team by taking into account the motivation of employees when forming the development team and placing personnel in it. The architecture of the designed system is developed using UML diagrams. The article presents the following types of applied diagrams: a diagram of use cases, activities, sequences, classes, components. The flexible architecture of the system allows you to add both various psychological tests and additional statistical methods. The planned implementation of the presented system in the form of a web application will allow it to be used in various subject areas, the research methods in which are testing and questionnaires, implying the processing of large amounts of information.

Keywords: software engineering, motivation, psychological personality profile, software and information system, UML diagram, multidimensional data analysis

В настоящее время в связи с развитием цифровой экономики востребованность IT-специалиста на рынке труда значительно возросла. Как и в любой другой отрасли, в IT-индустрии возникает проблема мотивации сотрудника при выполнении профессиональных задач.

Для успешной реализации крупного программного проекта (ПП) необходимо обеспечение четкой координации действий членов команды разработчиков, имеющих разные профессиональные навыки, квалификацию и мотивацию [1]. По этой причине при формировании команды разработчиков ПП и расстановке кадров в ней, помимо учета профессиональных качеств и уровня подготовки специалиста, следует принимать во внимание психологический профиль предполагаемого члена команды [2].

Важнейшим компонентом психологического профиля является мотивация сотрудника, которую можно оценить с помощью различных психологических тестов, позволяющих построить мотивационную модель респондента [3].

Для тестирования больших групп респондентов и сохранения результатов тестов целесообразно применять специализированное программное обеспечение. В настоящее время для решения этой задачи в организациях различного профиля деятельности в основном используется программное обеспечение, позволяющее определить взаимосвязь мотивации сотрудников с такими показателями, как KPI и КТУ [4, 5]. Данные программы эффективны в отношении уже сложившегося коллектива и позволяют сформировать систему моральных и материальных поощрений по результатам деятельности каждого сотрудника. Вместе с тем они не могут быть использованы при определении мотивационных установок потенциального сотрудника либо при формировании ролевой структуры команды разработчиков программного обеспечения, учитывающей мотивационные профили ее участников. Однако в сети Интернет можно найти многочисленные online-тесты для определения мотивационного профиля личности, например [6–8]. Но такие тесты не предполагают статистическую обработку результатов тестирования для группы респондентов, что не позволяет применить их для эффективного управления командой разработчиков программного обеспечения.

Целью исследования является разработка архитектуры программно-информационной системы, сочетающей в себе как автоматизацию психологического тестирования с применением различных тестов на мотивацию, так и обработку его результатов многомерными статистическими методами с последующей интерпретацией для решения проблемы эффективного управления командой на основе учета мотивационных характеристик ее членов.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: для представления архитектуры программной системы используется унифицированный язык моделирования (Unified Modeling Language, UML); для определения мотивационного профиля респондента применяется тестирование по методикам, разработанным Ш. Ричи, П. Мартином, Д. Макклелландом, В.И. Герчиковым, Т. Элерсом, А. Реаном; для математической обработки полученных при тестировании данных – методы кластерного, дисперсионного, корреляционного анализа.

Базой для организации исследования стал факультет математики и информационных технологий Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, а в качестве респондентов выступили студенты, обучающиеся по направлению подготовки «Программная инженерия» (бакалавриат и магистратура).

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования была разработана архитектура программно-информационной системы, основной целью которой является выявление значимости мотивационных факторов у респондентов. Разработка предполагает реализацию тестирующего и анализирующего модулей.

Тестирующий модуль содержит набор психологических тестов, позволяющих определить мотивацию сотрудников в профессиональной деятельности. Например, мотивационный тест, предложенный Ш. Ричи и П. Мартином, определяет соотношение 12 мотивационных факторов, отражающих основные потребности сотрудника. Индивидуальное сочетание наиболее важных и наименее важных потребностей разработчики теста назвали мотивационным профилем. Методика тестирования заключается в том, что респонденту предлагается анкета, состоящая из 33 утверждений [9, с. 18–23]. Каждое утверждение содержит в себе 4 варианта ответа. Тестируемый должен распределить 11 баллов между предложенными вариантами. После анкетирования согласно ключу к тесту [9, с. 23–26] определяется мотивационный профиль личности респондента, в котором отражается в баллах отношение респондента к таким аспектам профессиональной деятельности, как потребность в высокой заработной плате, в комфортных условиях работы, в социальных контактах, в завоевании признания со стороны других людей, в стремлении руководить другими, в развитии как личности и т.д.

В результате применения мотивационного теста появляется двумерная таблица, столбцы которой соответствуют 12 мотивационным факторам, а строки представляют собой результаты тестирования каждого респондента по этим факторам.

Гибкая архитектура программной системы позволяет подключать в тестирующий модуль разнообразные тесты на мотивацию, например тест Макклелланда, тест Герчикова, опросники Элерса и Реана и др.

Поскольку результаты тестирования представимы в виде многомерных массивов данных, то в анализирующем модуле

предполагается реализация методов многомерного статистического анализа, поэтому для анализа результатов тестирования применимы многомерные статистические методы. Интерпретация полученных статистических выводов позволяет структурировать коллектив разработчиков программного обеспечения таким образом, чтобы максимально эффективно использовать потенциал каждого сотрудника, используя его мотивационный профиль. Так, кластерный анализ позволяет выполнить дифференциацию сотрудников на отдельные группы по превалирующим мотивационным установкам, что способствует формированию оптимальной структуры коллектива, реализующего крупный программный проект [10]. Например, в соответствии с [2] возможно выделение следующих групп: менеджеры проекта, архитекторы комплекса программ, спецификаторы требований, разработчики программных компонентов, системные интеграторы, тестировщики, управляющие сопровождением, документаторы и иные, каждая из которых отличается определенными мотивационными установками.

Корреляционный анализ вычисляет коэффициенты взаимосвязи между двумя мотивационными факторами, что дает возможность управляющему при воздействии на один из взаимосвязанных факторов получить отклик от другого фактора [11].

Архитектуру проектируемой системы удобнее всего представить с помощью UML-диаграмм. В данной статье рассматриваются следующие типы UML-диаграмм: вариантов использования, деятельности, последовательности, классов, компонентов.

Диаграмма вариантов использования, отражающая отношения между пользователями и последовательностями их действий, представлена на рис. 1.

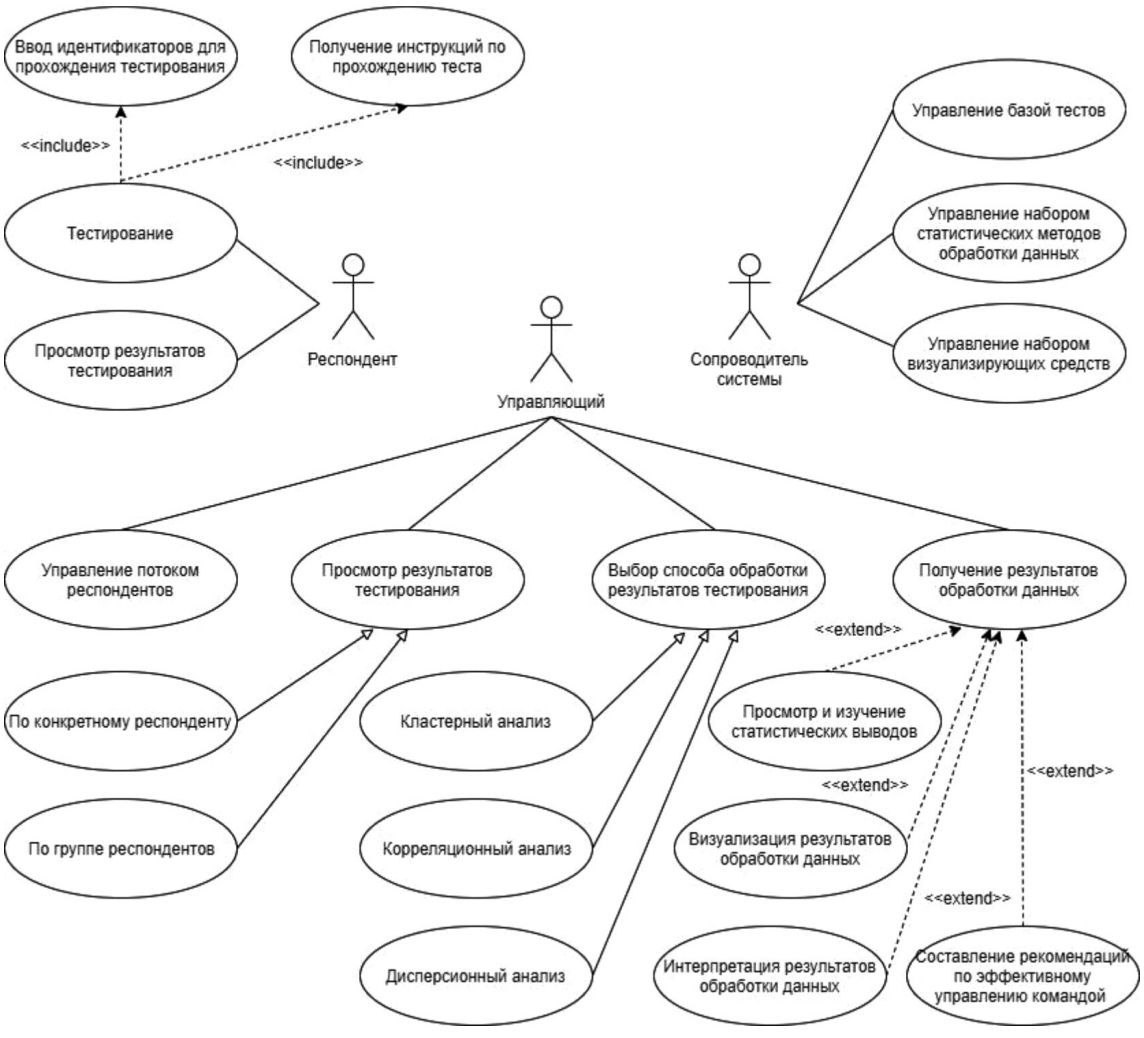


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Пользователей программно-информационной системы можно разделить на три категории – респондент, управляющий, сопроводитель системы. Основными функциональными возможностями респондента являются прохождение мотивационного теста и ознакомление с его результатами, управляющего – просмотр результатов всех респондентов или отдельного респондента, анализ и интерпретация результатов тестирования. Сопроводитель системы осуществляет управление базой тестов, набором статистических методов обработки данных и средств визуализации результатов.

Диаграмма классов определяет типы классов системы и различного рода статические связи, которые существуют между ними. На диаграммах классов изображаются также атрибуты классов, операции классов и ограничения, которые накладываются на связи между классами [12].

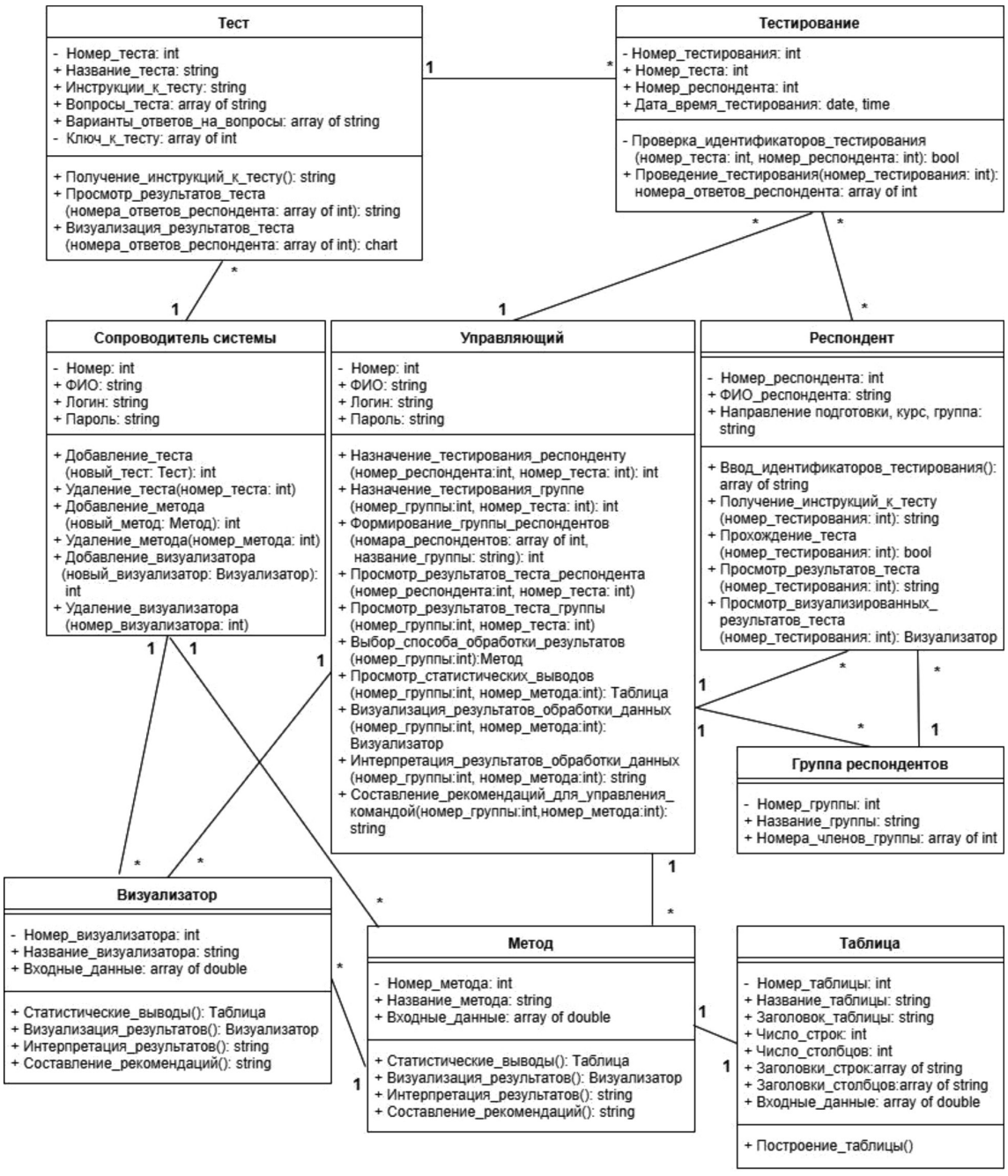


Рис. 2. Диаграмма классов

В разрабатываемой программной системе классы разделены по функциональности на 3 пакета: «Пользователь», «Тестирование», «Анализ данных».

Пакет «Тестирование» включает два класса: «Тест», реализующий конкретный мотивационный тест, и «Тестирование», отвечающий за процесс тестирования. Пакет «Пользователь» содержит классы «Респондент», «Группа респондентов», «Управляющий», «Сопроводитель системы». Функциональность данных классов соответствует прецедентам перечисленных пользователей в диаграмме вариантов использования. Выделение класса «Группа респондентов» обусловлено тем, что применение статистического анализа данных подразумевает обработку результатов исследования совокупности респондентов. Пакет «Анализ данных» включает классы «Метод», «Таблица», «Визуализатор», при этом класс «Метод» предназначен для реализации конкретного статистического метода, а классы «Таблица» и «Визуализатор» позволяют отобразить результаты применения метода в желаемом представлении. Связи между классами представлены на рис. 2.

В качестве примера диаграммы деятельности на рис. 3 показан процесс тестирования.

Диаграмма последовательности – это способ описания поведения системы на основе указания последовательности передаваемых сообщений с одновременным обращением к базе данных, которая сохраняет результаты тестирования всех респондентов, что в дальнейшем дает возможность проведения динамического анализа представленных данных. На рис. 4, 5 представлены диаграммы последовательности для процессов анализа и визуализации результатов тестирования.

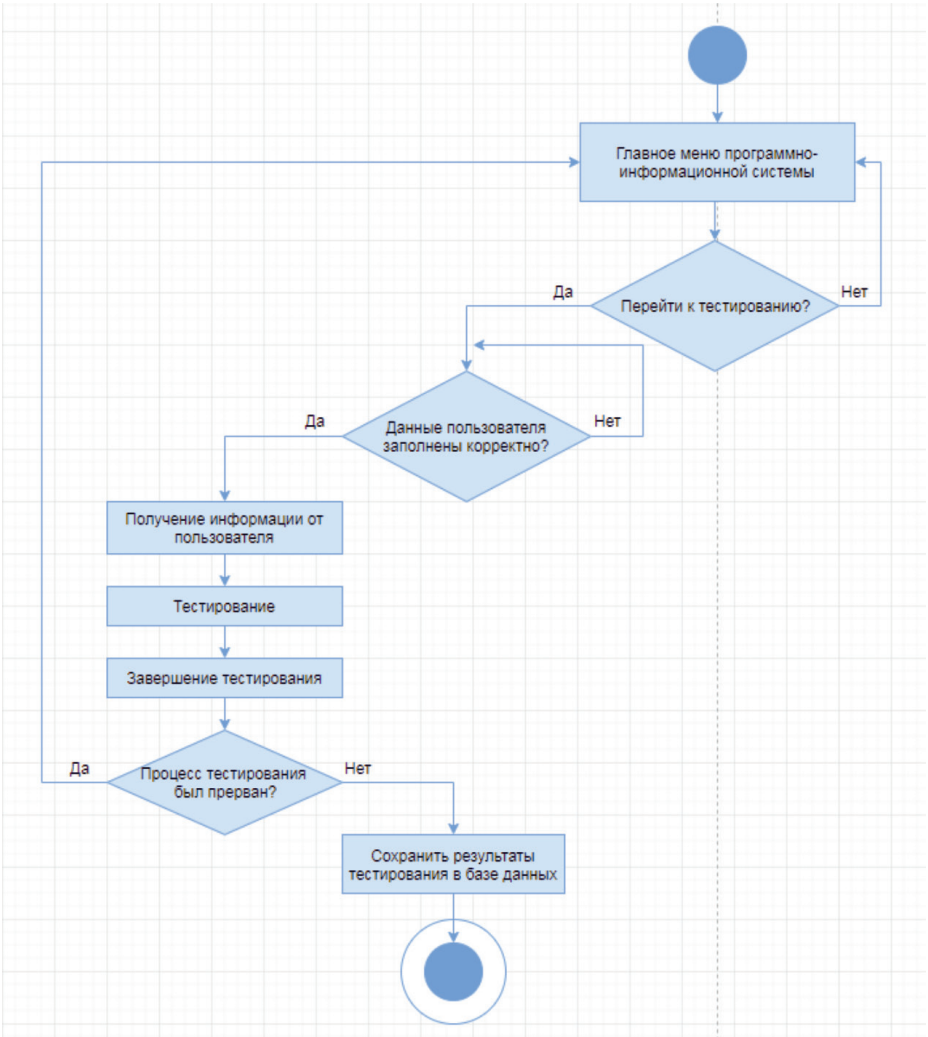


Рис. 3. Диаграмма деятельности для процесса тестирования

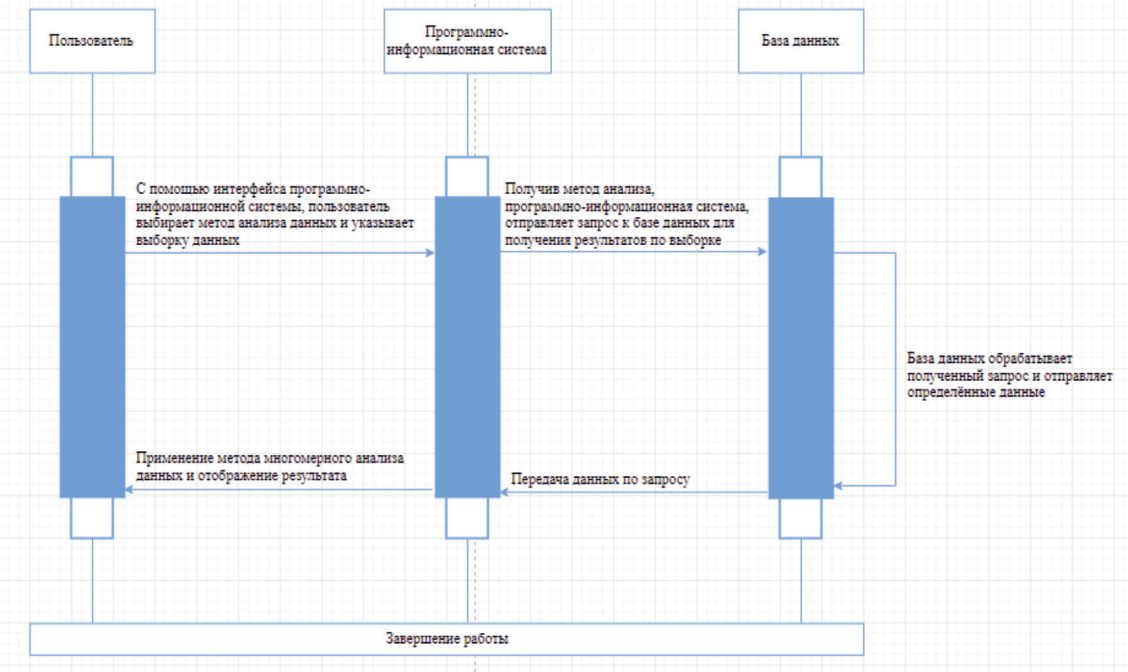


Рис. 4. Диаграмма последовательности для процесса анализа результатов тестирования

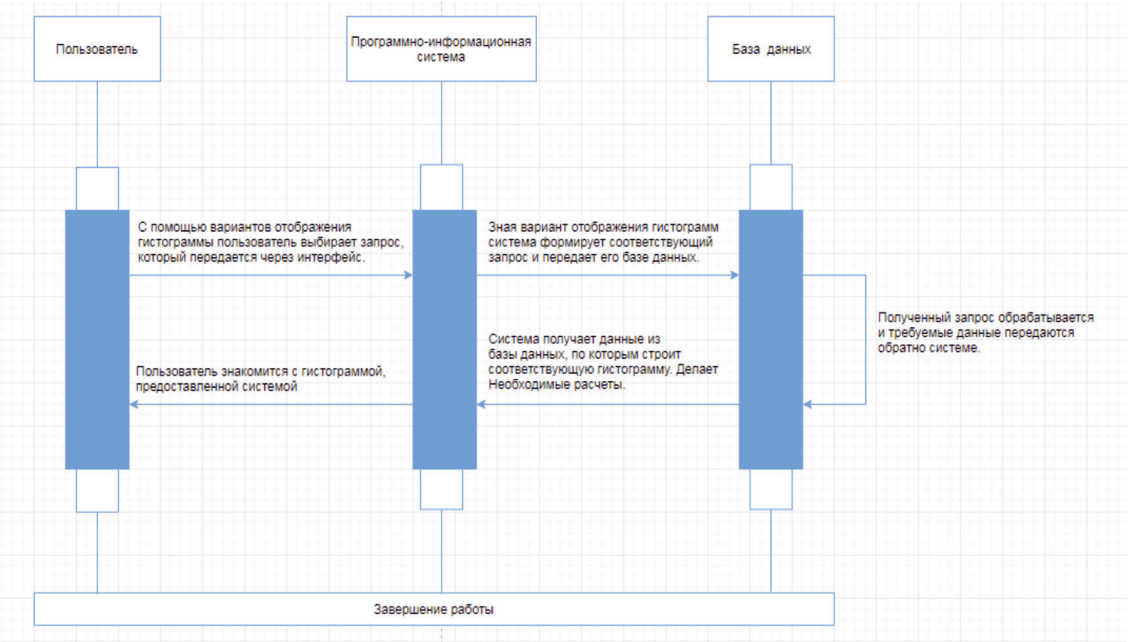


Рис. 5. Диаграмма последовательности для процесса визуализации результатов тестирования

Диаграмма компонентов показывает разбиение программно-информационной системы на структурные компоненты и связи между компонентами. В качестве физических компонентов могут выступать файлы, библиотеки, модули, исполняемые файлы, пакеты и т.п. Способом реализации программной системы в данном случае может быть клиентское приложение.

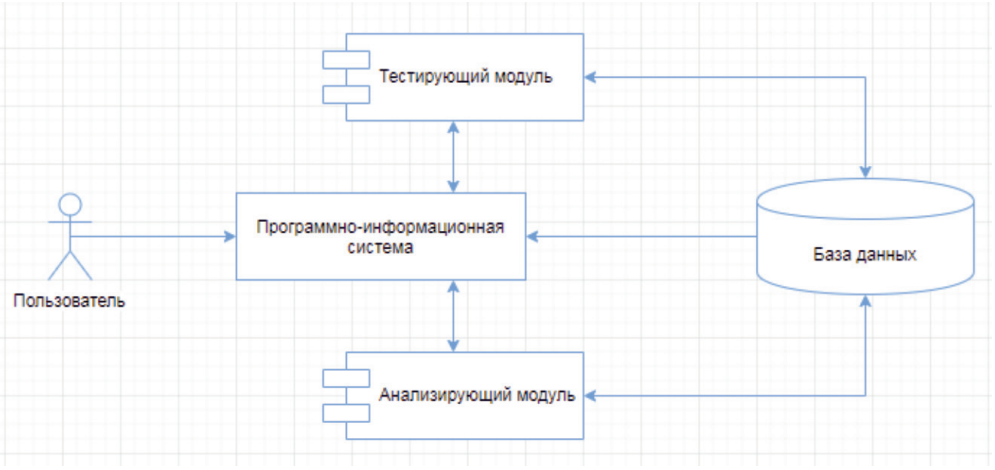


Рис. 6. Диаграмма компонентов

Пользователь общается с приложением, которое посылает запросы к базе данных и передает данные назад приложению (рис. 6). Также база данных является связующим компонентом между тестирующим и анализирующим модулями программной системы.

В данной статье представлены все типы UML-диаграмм: структурные – диаграмма классов и диаграмма компонентов; поведенческие – диаграммы деятельности и диаграмма вариантов использования; диаграммы взаимодействия – диаграммы последовательности. Помимо перечисленных, при разработке архитектуры программно-информационной системы также были построены диаграммы объектов, пакетов, профилей, составной структуры, развертывания, состояния, кооперации, синхронизации и др.

Выводы

Предложенная авторами программная система автоматизирует диагностику мотивации и проводит статистическую обработку результатов тестирования методами многомерного анализа данных. Гибкая архитектура системы позволяет добавлять как различные психологические тесты, так и дополнительные статистические методы.

В результате апробации системы на студентах направления подготовки «Программная инженерия» были получены следующие выводы.

Мотивационный профиль студента существенно изменяется за время обучения, в частности факторы «Потребность в социальных контактах», «Потребность в завоевании признания со стороны других людей» становятся менее значимыми к концу обучения, а совокупность факторов материального характера и факторов личностного роста, напротив, приобретает большее значение [11].

Результаты самоанализа тестирования респондентов-студентов с помощью предложенной программной системы позволят им определиться со специализацией в области разработки крупных программных проектов, которая в наибольшей степени отвечает их представлениям о выбранном виде профессиональной деятельности. При этом научным руководителям данная система позволит наиболее рационально определить студенту тему выпускной квалификационной работы, подобрать место производственной практики, а также сформировать группу обучающихся для совместной научной работы.

Программная система может быть использована при изучении магистерской дисциплины «Управление командой разработчиков программного обеспечения» в модуле «Психодиагностика» с целью автоматизации проведения и обработки результатов тестирования.

Предлагаемая программная система также применима при приеме на работу потенциальных сотрудников, она позволяет определить совокупность факторов мотивации, что в свою очередь позволит наиболее эффективно выделить структуру команды разработчиков программного обеспечения [13].

Таким образом, практическая значимость представленного исследования заключается в том, что выводы, сгенерированные программной системой, могут быть использованы при повышении эффектив-

ности обучающихся по направлению подготовки «Программная инженерия» [14] и при выборе ими профиля профессиональной деятельности, а также применяться руководителями предприятий IT-индустрии для формирования системы материальных и моральных факторов, влияющих на результативность работы команды, способствующих созданию благоприятного морально-психологического климата в ней и наиболее полному раскрытию потенциала сотрудников, что в конечном итоге повышает эффективность командной разработки программного обеспечения.

Список литературы

1. Верещагина Л.А., Погребицкая В.Е., Чугаева А.В. Доминирующие потребности и профессиональные мотивы специалистов в сфере информационных технологий // Петербургский психологический журнал. 2014. № 7. С. 1–30.

2. Липаев В.В. Инженерная психология при производстве компонентов программных продуктов // Программная инженерия. 2011. № 2. С. 7–15.

3. Дашидоржиева А.Б. Теории мотивации и методы оценки системы мотивации персонала // Управление экономическими системами. 2015. № 3 (11). С. 34–37.

4. Никитин П.А. Аналитический обзор программных систем мотивации сотрудников // Наука, техника и образование. 2019. № 3 (56). С. 47–52.

5. Синюк Т.Ю., Казимирова Н.Г. KPI и КТУ как базис формирования мотивационной части сотрудников современной организации // Вестник Академии знаний. 2020. № 2 (37). С. 306–309.

6. Психологические тесты по теме «Мотивация» онлайн / Online Test Pad. [Электронный ресурс]. URL: https://onlinetestpad.com/ru/tests/psychological/motivation/ (дата обращения: 08.08.2021).

7. Методики исследования мотивационной сферы / Психологические тесты онлайн [Электронный ресурс]. URL: https://psytests.org/tags/motivation.html/ (дата обращения: 08.08.2021).

8. Тесты онлайн / Психологические тесты. [Электронный ресурс]. URL: https://mtests.ru/tests/ (дата обращения: 08.08.2021).

9. Ричи Ш., Мартин П. Управление мотивацией: учебное пособие для вузов. М.: Юнити-Дана, 2004. 399 с.

10. Рябухина Е.А., Фирсова С.А. Применение кластерного анализа для исследования мотивации к предстоящей профессиональной деятельности студентов, обучающихся по направлению подготовки «Программная инженерия» // Огаревские чтения: материалы XLVI научной конференции (Саранск, 25 декабря 2018 г.). Саранск: Издательство Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва, 2018. С. 180–184.

11. Рябухина Е.А., Фирсова С.А. Применение корреляционного анализа для исследования мотивации к предстоящей профессиональной деятельности студентов, обучающихся по направлению подготовки «Программная инженерия» // Вестник современных исследований. 2018. № 6.3 (21). С. 284–289.

12. Мухаметшин В.Н. Применение UML для формализации проектирования программного обеспечения и систем // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. 2018. № 1. С. 334–337.

13. Рябухина Е.А., Фирсова С.А. Реализация программно-информационной системы для определения психологического профиля личности и обработки результатов методами многомерного анализа // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 75 (1). С. 60–69.

14. Сорока Е.Г. К вопросу об обучении будущих IT-специалистов программной инженерии как инструменту разработки качественных программных продуктов // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2015. № 2 (14). С. 85–92.

УДК 681.5

ЭКСКУРС В ЗАКОНЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИХ СОВРЕМЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

[1]Баушев С.В., [1]Брагин А.Ю., [2]Медведева Е.Д.

[1]АО «Российский институт радионавигации и времени» (АО «РИРВ»), Санкт-Петербург, e-mail: kerchand1985@mail.ru;

[2]АО «Завод Радиотехнического оборудования» (АО «ЗРТО»), Санкт-Петербург

В специальной литературе, имеющей отношение к организации производства, встречается несколько десятков законов, закономерностей и принципов, а также достаточно эклектично заимствуются эмпирико-гносеологические основы из других предметных областей: из собственно организации производства, теории организации (как организационной структуры), теории управления сложными системами (кибернетики), управления организацией, менеджмента всех типов и уровней, научной организации труда и др. Организация производства как область теоретической и практической деятельности охватывает сферы интересов нескольких отраслей научных знаний, прежде всего экономики, технических наук, социологии и физиологии. С этих позиций традиционно исследователи подходят к анализу существа каждого принципа, закона и закономерности. Следует понимать, что практически все законы организации производства носят феноменологический характер, то есть описывают некоторую наблюдаемую человеком в меру устойчивую взаимосвязь, в отличие, например, от законов физики, например закона Ома, где взаимосвязь носит жестко детерминированный характер и может быть измерена количественно. Феноменологические законы имеют тенденцию к изменению в течение некоторого исторического периода, в частности устареванию. Подобные законы начинают проявляться задолго до их теоретического обоснования мыслителями и осознания руководителями. По своей сути они являются слепками с всеобщих законов природы и общества: «Человек в своей организующей деятельности является только учеником и подражателем великого всеобщего организатора – природы». Цель статьи состоит в критическом осмыслении с современных позиций науки и техники традиционных и, по мнению авторов, очень шаблонных формулировок законов, имеющих отношение к организации производства и присутствующих в специальной литературе, в анализе их актуальности и новой систематизации и интерпретации.

Ключевые слова: закон, тенденция, организация, производство, субъект

EXCURSION TO THE LAWS OF PRODUCTION ORGANIZATION AND THEIR MODERN INTERPRETATION

[1]Baushev S.V., [1]Bragin A.Yu., [2]Medvedeva E.D.

[1]Russian Institute of Radio Navigation and Time, St. Petersburg, e-mail: kerchand1985@mail.ru;

[2]Radio Equipment Plant, St. Petersburg

In the specialized literature related to the organization of production, there are several dozen laws, regularities and principles, and empirical and epistemological foundations are borrowed quite eclectically from other subject areas – from the organization of production itself, the theory of organization (as an organizational structure) the theory of managing complex systems (cybernetics), organization management, management of all types and levels, scientific organization of labor, etc. Organization of production as an area of theoretical and practical activity covers the spheres of interests of several branches of scientific knowledge, primarily economics, technical sciences, sociology and physiology. From these positions, researchers traditionally approach the analysis of the essence of each principle, law and regularity. It should be understood that almost all laws of the organization of production are phenomenological, that is, they describe some moderately stable relationship observed by a person, in contrast, for example, from the laws of physics, for example, Ohm's law, where the relationship is rigidly determined and can be measured quantitatively. Phenomenological laws tend to change over a certain historical period, in particular to obsolescence. Such laws begin to appear long before they are theoretically substantiated by thinkers and realized by leaders. In their essence, they are casts of the universal laws of nature and society: «Man in his organizing activity is only a student and imitator of the great universal organizer – nature. The purpose of the article is to critically comprehend, from the modern standpoint of science and technology, the traditional and, in the opinion of the authors, very formulaic formulations of laws related to the organization of production and present in special literature, in the analysis of their relevance and new systematization and interpretation.

Keywords: law, trend, organization, production, subject

Под системой законов, закономерностей и принципов организации производства (часто называют также принципами или закономерностями) понимают их совокупность с учетом взаимосвязей и взаимовлияния, создающую необходимые условия для наиболее эффективного функционирования производственной системы с целью достижения заданной производительности при соответствующем качестве продукции.

Назначение системы законов в том, что она, кроме четкого представления о характере взаимосвязей и взаимообусловленности отдельных принципов, должна уже на стадии проектирования производственных систем обеспечивать необходимые

предпосылки для эффективного ее функционирования. В специальной литературе, имеющей отношение к организации производства (ОП), встречается несколько десятков законов, закономерностей и принципов, а также достаточно эклектично заимствуются эмпирико-гносеологические основы из других предметных областей – из собственно организации производства, теории организации (как организационной структуры).

Так, например, «закон резервов» в настоящее время сознательно активно изживается применением инструментов так называемого бережливого производства (технологии «точно вовремя», «канбан» и др.) и высокой надежностью современного технологического оборудования и логистических процессов. Законы физики, а точнее, их формулировки человеком тоже видоизменяются, но этот процесс носит характер уточнения и исправления тех или иных ошибок. По своей сути они являются слепками с всеобщих законов природы и общества: «Человек в своей организующей деятельности является только учеником и подражателем великого всеобщего организатора – природы. Поэтому методы человеческие не могут выйти за пределы методов природы и представляют по отношению к ним только частные случаи. Но нам эти частные случаи, разумеется, более близки и знакомы, и поэтому изучение организационных методов приходится вести, исходя именно из них, а от них уже переходя к более общим, и затем всеобщим путям организации в природе» [1].

Цель исследования заключается в определении законов организации производства в парадигме современности.

1. Экспертное оценивание актуальности законов ОП

В ходе анализа актуальности содержания законов ОП авторами было организовано и проведено экспертное оценивание их действенности, роли и значения. Для этого проведено анкетирование 12 участников фокус-группы, в которую входили представители руководства нескольких современных промышленных предприятий (генеральные директора, заместители генеральных директоров), а также аспиранты, обучающиеся по научной специальности «Организация производства (в промышленности)», примерно поровну. Участникам была предложена анкета, включающая в себя 18 наиболее часто упоминаемых законов организации производства, для каждого из которых следовало выбрать в стиле нечеткой логики один из восьми вариантов ответа, которые затем объединялись в следующие:

– это очевидно и применяется всеми грамотными руководителями;

– интересно – буду знать и применять (да, надо бы знать и применять);

– это надо только для общего развития и преподавания в вузе;

– не имеет ценности/не знаю такого.

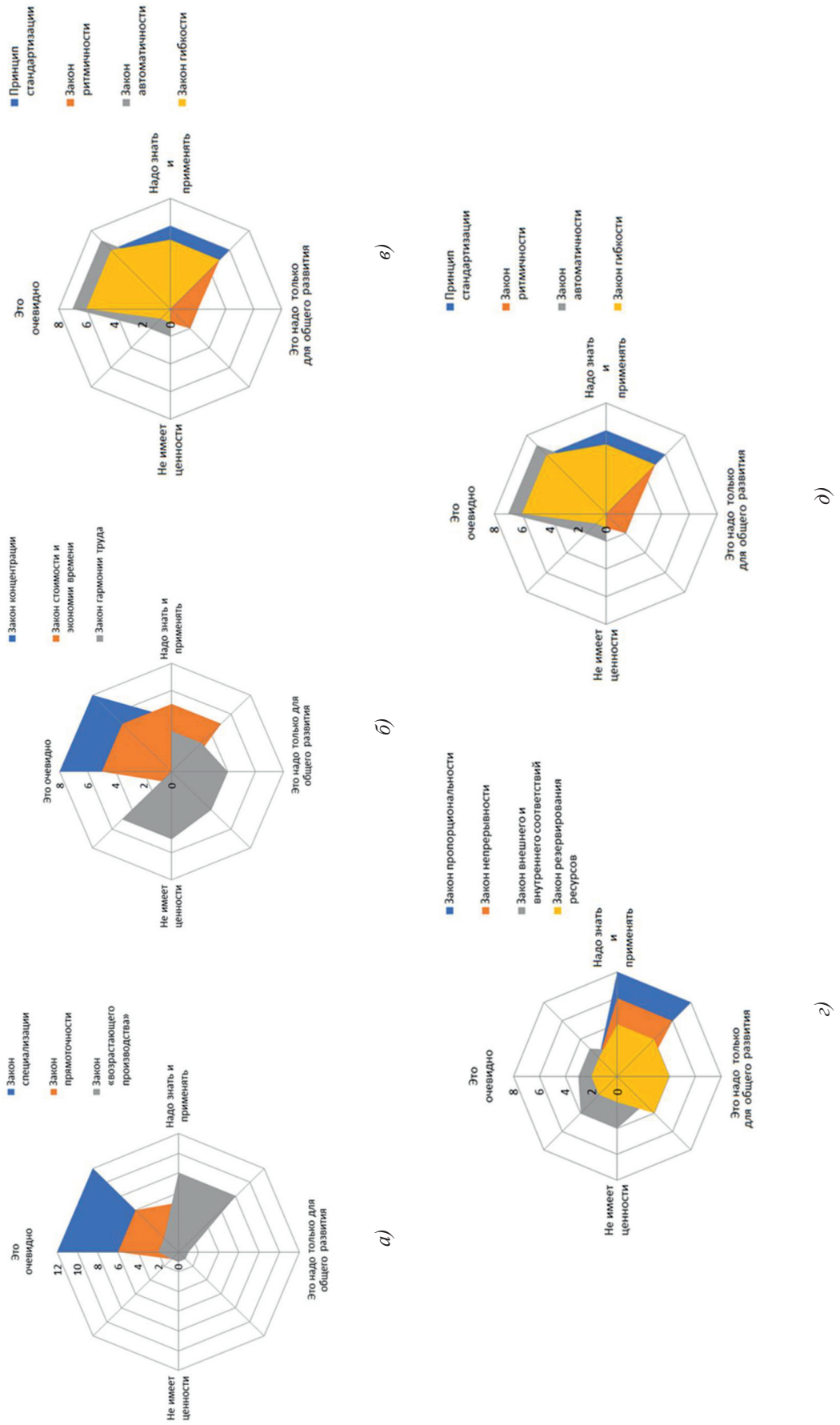
Обобщение полученных ответов осуществлялось путем построения лепестковых диаграмм, визуализирующих общую картину (рисунок). Интересно, что руководители предприятий и аспиранты практически не расходились во мнении относительно актуальности законов ОП.

В целом же предложенные для рассмотрения законы ОП в результате были ранжированы следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Индексы актуальности основных законов ОП

№ п/п	Индекс актуальности закона	Наименование закона/принципа
1	48	Закон специализации
2	44	Закон концентрации
3	42	Принцип стандартизации
4	40	Закон прямоточности
5	40	Закон гибкости
6	39	Закон автоматичности
7	38	Закон стоимости и экономии времени
8	36	Закон ритмичности
9	35	Закон параллельности
10	35	Закон «возрастающего производства»
11	34	Закон пропорциональности
12	33	Закон синхронизации
13	33	Принцип дифференциации и комбинирования
14	32	Закон непрерывности
15	30	Закон резервирования ресурсов
16	29	Закон взаимного дополнения
17	28	Закон внешнего и внутреннего соответствий
18	22	Закон гармонии труда



Экспертные оценки актуальности законов ОП

2. Интерпретация основных законов ОП

Далее в табл. 2 представлен авторский взгляд на содержание совокупности наиболее интересных и неочевидных умозаключений и законов, которые системно характеризуют предметную область управления ОП, а также удовлетворяют таким критериям, как актуальность и разумная интерпретируемость, как для теоретиков, так и для практиков организации производства. При подготовке материала авторы позволили себе переформулировать законы таким образом, чтобы, во-первых, они выглядели как пара «причина – следствие», и, во-вторых, чтобы смысл закона стал понятен, что далеко не всегда присутствует в современной литературе, где изначальные формулировки выглядят изрядно обедненными и не всегда совпадающими с содержанием их первооткрывателей.

Авторы старались по возможности максимально насытить материал ссылками на отечественных ученых: они ближе к нам по менталитету, чем западноевропейские или американские, а теория отечественной индустриализации ведет свою историю, скорее, все-таки после Первой мировой и Гражданской войн, представлена в трудах именно советских специалистов, поэтому надо понять логику первопроходцев, чтобы правильно держать курс из индустриального общества в постиндустриальное. Вообще говоря, история науки ОП сохранила немало имен выдающихся отечественных теоретиков и практиков производственной деятельности [2–4], но лишь малая часть встречается в учебной и переводной литературе в должной мере, пытаясь конкурировать с активными упоминаниями таких зарубежных специалистов, как Ф. Тэйлор, А. Файол, М. Вебер, Д. Джуран, Э. Демминг и др.

В табл. 2 законы и принципы сведены в группы несколько по-иному: (1) организации производства, (2) научной организации труда и (3) научного управления, что, по мнению авторов, в большей степени соответствует преследуемой методической цели углубленного понимания тех «областей определения», в которых они – законы – работают [3; 5].

Таблица 2

Характеристика основных принципов (законов, закономерностей) применительно к ОП

№ п/п	Краткое наименование	Содержание	Примечание
1. Законы организации производства			
1.1	*Разделения труда и специализации*	*Производительность общественного труда повышается, если осуществить его разделение на сходные функции и закрепить их за определенными группами работников.* Отражает процесс общественного разделения труда. В промышленности выражается в создании соответствующих отраслей, в отраслях – предприятий, объединений, научно-технических комплексов по производству изделий. На предприятиях – цехов, в цехах – участков, на участках – рабочих мест.	Исторически объективно самостоятельно возник в ходе человеческой жизнедеятельности (охота, скотоводство, рыболовство, земледелие, мужской/женский труд и т.д.). Первые письменные формулировки находят у китайского философа и мыслителя Конфуция (551–479 гг. до н.э.). В европейской культуре фигурирует в трудах математика Чарльза Бэббиджа (1791–1871, Лондон, Англия) с последующим системным развитием Адамом Смитом (1723–1790, Шотландия) и другими экономистами. Дальнейшее развитие этого закона предполагает в ряде случаев необходимость наличия у работников узкоспециализированных знаний и навыков и обуславливает появление соответствующего принципа специализации в трудовой деятельности. Ремесленник, выполняющий самостоятельно все необходимые операции, например, «тачает сапоги», выступает как представитель антагонистического подхода [6; 7].
1.2	*Концентрации массового производства*	Массовое или серийное производство технологичной продукции обуславливает сосредоточение ее изготовления на относительно немногочисленных крупных промышленных предприятиях.	В начале XVIII века, например, в Германии встречаются крупные централизованные мануфактуры, обслуживаемые несколькими тысячами рабочих, но такие предприятия были единичным явлением Сосредоточение производства на крупных предприятиях началось во второй половине XIX века, когда, например, к 1900 году рабочий класс составлял 39% самодеятельного населения (40% – в сельское хозяйство), в 1907 г. численность рабочих составляла почти 18 млн человек, в том числе 8,6 млн – в промышленности.

Продолжение табл. 2

№ п/п	Краткое наименование	Содержание	Примечание
			Важной чертой становится концентрация значительного числа в рамках одной фирмы/предприятия: на заводах Ф. Круппа в конце XIX века трудилось более 64 тыс. чел., на предприятиях Сименса и Гальске – около 43 тыс. чел., АЭГ – более 35,5 тыс. чел. и т.д. [4]. Обусловлено возможностью реализации длинной цепочки сложных технологических операций и участия в разделе рынка лишь для крупных собственников или государств. Также может рассматриваться как дальнейшее развитие закона разделения труда.
1.3	*Применения унифицированных технических решений (стандартизации)*	Применение унифицированных технических решений позволяет повысить технологичность изготовления и сократить время разработки промышленных изделий. Предполагает широкое использование стандартизации, унификации, типизации и нормализации при создании и освоении производства новой продукции, что позволяет избежать необоснованного многообразия в материалах, покупных комплектующих изделиях, оборудовании, инструменте и т.д. Позволяет сократить время на разработку и освоение производства, а также снизить стоимость продукции.	Перекликается с идеей взаимозаменяемости деталей (например, Эли Уитни (США, 1765–1825) – при производстве ружей) – точность серийного/массового изготовления деталей должна подчиняться типовым требованиям так, чтобы однотипные детали в разных экземплярах сборных изделий были бы взаимозаменяемы (в отличие от индивидуального (поштучного) производства и изготовления одних деталей под другие «по месту»). В России первые упоминания относятся ко временам Ивана Грозного: введены для измерения пушечных ядер стандартные калибры – кружала. При Петре Первом строились корабли стандартных серий, введены типоразмерные ряды пушек и ядер в артиллерии, стандартные элементы в строительстве, упорядочены наименования видов документов. Способствует специализации технологического оборудования и компетенций рабочего.
2. Законы и принципы (научной) организации труда			
2.1	*Физиологического оптимума*	Успешность общественного труда тем выше, чем ближе к физиологически оптимальному значению интенсивность трудовых затрат работников на единицу продукции.	Ерманский Осип Аркадьевич (1867-1941), критикуя научную систему «выжимания пота» Ф. Тейлора [8], различал понятия производительности, интенсивности и успешности человеческого труда. Рассматривал труд наемного рабочего с гуманистических позиций, доказывал, что как физический, так и умственный труд не должен приводить к переутомлению и повышенной усталости, а заработная плата должна обеспечивать приемлемый, а лучше и достойный образ жизни, рацион питания. Ввел коэффициент рациональности организации труда, позволяющий количественно оценить интенсивность труда и подобрать его оптимальное значение.-
2.2	*Положительного подбора (профессии, инструмента и др.)*	Учет психофизических качеств и возможностей работника при подборе для него трудовых функций способствует повышению производительности его труда и успешности общественного труда в целом.	Под положительным подбором сил О.А. Ерманский понимал такое их сочетание, при котором они, благодаря своим свойствам, подкрепляют, усиливают друг друга. Так, например, материал, из которого будет изготовлен инструмент, его конструкция, размер, вес и форма должны быть точно подобраны применительно к той работе, для которой предназначен этот инструмент. Чтобы рационально организовать работу, необходимо подобрать человека к профессии или же профессию – к конкретному человеку.

Окончание табл. 2

№ п/п	Краткое наименование	Содержание	Примечание
2.3	*Организационной суммы*	Объединение в единую систему специальным образом подобранных элементов обеспечивает больший эффект повышения производительности труда по сравнению с разрозненной совокупностью этих элементов: «Организационная совокупность элементов системы больше арифметической суммы ее элементов».	Сформулирован О.А. Ерманским в 1928 году, можно рассматривать как прообраз закона синергии (первое упоминание у Богданова А.А. в 1912 г.
3. Законы организации (организационной системы) научного управления			
3.1	*Системности в управлении организацией производства*	Совокупность органов, объектов и субъектов управления представляет собой **организационную систему**, в свою очередь являющуюся частным случаем **системы управления.**	Главный вывод из понимания этого закона: руководители высшего звена управления организацией производства должны обладать навыками системного подход к анализу ситуаций, уметь принимать не паллиативные, но системные, интегрированные решения по предприятию, отрасли и т.д.
3.2	*Открытой системы*	Организационная система – суть **система открытая**, то есть система, которая непрерывно взаимодействует со своей средой.	Организационная система (система организации производства) представляет собой открытую систему, обменивающуюся информацией и ресурсами, в том числе и финансовыми, как с внешней, так и внутренней средами.

3. Комментарии к некоторым законам и принципам научного управления

3.1. Закон необходимого разнообразия можно переосмыслить следующим образом: Уровень компетентности руководителя и его команды должен соответствовать сложности поставленной задачи – проистекает из закона необходимого разнообразия, впервые сформулированного У. Эшби в 1956 г.). Математическая формулировка применительно к некой кибернетической – автоматической/автоматизированной – системе утверждает, что множество возможных решений субъекта управления, обладающего достаточно достоверной информацией об объекте управления/наблюдения и возможностями оказывать управляющие воздействия на него, должно быть больше множества состояний объекта управления. Точнее, энтропия множества возможных решений должна превышать энтропию множества состояний. В противном случае можно позаимствовать примеры из русской классической литературы, в частности образы градоначальников города Глупова М.Е. Салтыкова-Щедрина, запас организационных решений одного из которых – Дементия Варламовича Брудастого, – сводился к неоднозначным управляющим воздействиям «Разорю» и «Не потерплю» (*яркое воплощение реализации закона «подавления разнообразия»*), разнообразие которых не нуждается в комментариях [7; 8].

В общем случае, личность первого лица в сложных проектах должна обладать наряду с управленческими навыками и узкоспециальными знаниями в предметной области еще и определенной харизмой, интуицией, везучестью и, хорошо бы, помощью старшего начальника (*см. закон «внешнего дополнения»*) как субъекта управления более высокого уровня [9; 10].

Иногда закон необходимого разнообразия используют для обоснования расширения штата управленцев, когда поставленная задача оказывается для них слишком сложной.

В условиях неопределенности (недостаточности информации) о структуре и механизме поведения объекта управления или внутренних и/или внешних данных управляющие воздействия будут носить вероятностный характер (например: «вероятно подействует в нужном направлении»), или необходимо обращение к возможностям субъекта управления более высокого уровня (старшего начальника), обладающего большими возможностями или знаниями [11; 12]. Этот закон представляет собой авторскую интерпретацию *принципа внешнего дополнения в кибернетике*, сформулированного Стаффордом Биром в работе: «в силу теоремы неполноты Геделя любой язык управления в конечном счете недостаточен для выполнения поставленных перед ним задач, но этот недостаток может быть устранен благодаря включению «чер-

ного ящика» в цепь управления. Назначение «черного ящика состоит именно в том, чтобы формулировать решения, выражаемые языком более высокого порядка», которые, по определению, конечно, не могут быть выражены в терминах управления. При этом указанные решения призваны устранять недостатки первоначально созданной машины, принимающей решения».

3.2. Закон обратной связи – качество управления зависит от наличия и использования субъектом управления достоверной информации как об объекте управления, так и о реакциях на управляющие воздействия. Иногда фигурирует как «четвертый принцип кибернетики». В современном понимании применительно к искусственно создаваемым кибернетическим системам трактуется как наличие некоторого регулятора, который по цепи положительной или отрицательной обратной связи усиливает или ослабляет соответственно управляющее воздействие, чтобы удерживать объект управления в заданном состоянии. Рассматривался различными учеными, особенно в середине XX века. Ради исторической правды необходимо отметить, что ранее Богданов А.А. в работе [1] также представил целый раздел II «Механизм регулирующий», в котором на языке начала XX века рассмотрел вопросы «подбора» управляющего воздействия – прогрессивного, консервативного и подвижного равновесия, которые можно оценивать как одно из первых описаний обратной связи в ходе развития систем.

Заключение

Анализ рассматриваемых законов, закономерностей и принципов их реализации показывает, что они формулировались, как правило, для условий заданного (существующего) и достаточного для выполнения производственного плана числа рабочих мест и их необходимой укомплектованности технологическим и вспомогательным оборудованием, а также наличия более или менее подготовленного персонала.

В современных же условиях ускоряющегося научно-технического прогресса задача организации производства все чаще формулируется иначе, например: в условиях отсутствия на рынке труда дополнительных работников необходимой квалификации на основе имеющегося состава сотрудников в сжатые сроки разработать рабочую конструкторскую документацию и приступить к производству сложного инновационного технического изделия.

Тем самым представляется целесообразным обозначить такую закономерность: успешность разработки новых инновационных продуктов и создания инновационных производств определяется, наряду с наличием других видов обеспечения, достаточностью числа сотрудников, в необходимой степени обладающих требуемыми (ключевыми) компетенциями. Следует указать здесь на такую особенность, что наличие финансовых ресурсов вовсе не означает, что искомые сотрудники в необходимом количестве будут найдены (вообще существуют ли) на рынке труда и приняты на работу.

Развивая эту тему, заметим, что законы разделения труда и специализации можно рассмотреть в направлении не простого деления работ по исполнителям (рабочим местам предприятия или самим предприятиям в рамках отрасли или международного разделения труда), но и с учетом их значимости и уникальности. В таком преломлении секреты и личностные компетенции сотрудников, а также наработанные ноу-хау предприятий позволяют сформулировать закон «ключевых компетенций». Тогда, усилив сформулированную выше закономерность, этот закон может звучать следующим образом: успешность инновационных проектов определяется достаточной численностью работников, обладающих необходимыми и ключевыми компетенциями.

Но и это еще не все: в настоящее время наблюдается определенная сегрегация образования как следствие сегрегации же профессиональных знаний, умений и навыков. Теперь сотрудников можно разделить, условно, на операторов (станков ли с ЧПУ, специализированных ли программ, например ANSIS, 1С и т.д.), правильно вводящих исходные данные и профессионально грамотно в соответствии с «мануалами» запускающих специальное программное обеспечение, и на тех, назовем их творцами, кто понимает сущность моделируемых или реализуемых процессов, может критически анализировать результат не на уровне «компьютер так посчитал», а способных к переосмыслению и переработке общепринятых взглядов и механизмов действий.

Поэтому, говоря о сотрудниках с ключевыми компетенциями, необходимо также и учитывать тот факт, что этими самыми ключевыми компетенциями могут быть способности к созданию нового знания, творчеству в самом широком его толковании. В свою очередь, это явление определяет необходимость наличия на инновационных предприятиях (или при них, рядом с ними) не только инженерно-технических школ, но и школ научных как основоположников, предвестников будущих инноваций.

Список литературы

1. Богданов А.А. Очерки организационной науки. [Электронный ресурс]. URL: http://www.magister.msk.ru/library/revolt/bogda001.htm (дата обращения: 05.08.2021).

2. Корицкий Э.Б. Развитие науки о менеджменте в России в 1900–1950-е гг. // Российский журнал менеджмента. 2005. Т. 3. № 1. С. 127–144.

3. Karol Adamiecki. O istocie naukowej organizacji. Warszawa: Politechniki Warzawskiej. [Electronic resource]. URL: https://polona.pl/search/?filters=creator:%22Adamiecki,_Karol_(1866--1933)%22,public:0 (date of access: 10.08.2021).

4. Лохова И.В. Положение рабочих в Германии в последней трети XIX- начале XXвв. и отношение политической элиты страны к решению рабочего вопроса // Гуманитарные и юридические исследования. 2015. № 1. С. 49–56.

5. Голдрат Э., Кокс Дж. Цель: Процесс непрерывного совершенствования / Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2019. 360 с.

6. Адамецки К. О науке организации. (Избранные произведения) / Пер. с польск. М.: Экономика, 1972. 191 с.

7. Ерманский О.А. Научная организация труда и производства и система Тэйлора. Четвертое издание. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004929570/ (дата обращения: 10.08.2021).

8. Баушев С.В., Аристархов И.В., Гаценко О.Ю. Удостоверяющие автоматизированные информационные системы и средства. Введение в теорию и практику: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2016. 304 с.

9. Спенсер Г. Герберт Спенсер. Опыты научные, политические и философские. Том 1. [Электронный ресурс]. URL: http://lib.ru/FILOSOF/SPENSER/opyty1.txt (дата обращения: 10.08.2021).

10. Жиленков А.А., Абрамкина К.В., Епифанцев И.Р., Черный С.Г. Интеллектуальное управление качеством энергии в автономных электроэнергетических системах транспортных объектов // Электротехника. 2021. № 5. С. 57–63.

11. Zhilenkov A.A., Chernyi S.G., Firsov A. Autonomous underwater robot fuzzy motion control system for operation under parametric uncertainties. Journal of Information Technologies and Computing Systems. 2021. № 1. P. 50–57. DOI: 10.14357/20718632210106.

12. Emelianov V., Emelianova N., Zhilenkov A., Chernyi S. Application of information technologies and programming methods of embedded systems for complex intellectual analysis. Entropy. 2021. Vol. 23. № 1. P. 1–13. DOI: 10.3390/e23010094.

УДК 658:66.013.6

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ЭКСПЕРТНОЙ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОТОННАЖНЫХ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

[1,2,3]Болдырев В.С., [2,3]Меньшиков В.В., [4]Быков А.Е., [3]Кузнецов С.В., [1,2]Савина А.С., [1,2]Богатов Н.А.

[1]ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[3]Научно-производственное объединение «Лакокраспокрытие», Хотьково, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[4]ООО «Лилли Фарма», Москва, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru

Разработаны оптимизирующие математические модели, методы и алгоритмы оптимизации химико-технологических систем периодического действия, представляющие математическое и алгоритмическое обеспечение расчетной подсистемы проблемно ориентированной экспертной системы для дальнейшей автоматизации проектирования и оптимальной организации производства лакокрасочных материалов в условиях структурных модификаций ассортимента продукции. Комплекс программ структурной и параметрической оптимизации реализован в экспертно-информационной системе для проектирования гибких производственных систем малотоннажных многоассортиментных лакокрасочных производств Paint Expert, программное обеспечение внедрено в НПО «Лакокраспокрытие» и применяется при проектировании и конструировании лакокрасочных систем. Гибкие схемы производства реализованы на дочернем предприятии НПО «ЛКП» ООО «S.V.K.» совместно с бельгийской фирмой «Ateliers Sussmeyer S.A.», где был реализован выпуск диспергирующего оборудования, которое по качеству соответствует европейскому уровню, а по цене имело значительное преимущество. Данная система является шестидесятичетырехразрядным приложением ядра win64 операционной системы Microsoft Windows. Программа выполнена при помощи визуальной среды разработки Delphi, которая, используя объектный код и иерархию объектов ядра операционной системы, позволяет внедрять в выполняемый программный файл все основные функции Windows, тем самым обеспечивая независимость продукта от варианта компоновки операционной системы дополнительными библиотеками, поставляемыми компанией Microsoft и другими разработчиками.

Ключевые слова: алгоритм, математическое моделирование, оптимизация, экспертная система, малотоннажные производства, пэйнт-технологии, лакокрасочные материалы

ALGORITHMS DEVELOPMENT OF EXPERT AND INFORMATION SYSTEMS FOR THE LOW-TONNAGE MULTI-ASSORTMENT PAINT AND VARNISH INDUSTRIES DESIGN OF

[1,2,3]Boldyrev V.S., [2,3]Men'shikov V.V., [4]Bykov A.E., [3]Kuznetsov S.V., [1,2]Savina A.S., [1,2]Bogatov N.A.

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University (National Research University)», Moscow, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia», Moscow, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[3]Scientific Production Association «Lakokraspokrytiye», Khotkovo, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru;
[4]Limited liability company «Lily Farma», Moscow, e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru

Optimizing mathematical models, methods and algorithms of chemical and technological periodic action systems optimization are developed, they represent mathematical and algorithmic support of the problem-oriented expert system calculation subsystem for further design automation and optimal production organization of paint and varnish materials in the conditions of structural modifications of the product range. A set of structural and parametric optimization programs is implemented in the expert information system for the flexible production systems design of low-tonnage multi-assortment paint and varnish production Paint Expert, the software is implemented in SPA «Lakokraspokrytie» and is used in the design and construction of paint and varnish systems. Flexible production schemes are implemented at the subsidiary of SPA «LKP» LLC «S.V.K.» together with the Belgian company «Ateliers Sussmeyer S.A.», where the production of dispersing equipment was realized, which in terms of quality corresponds to the European level, and in terms of price they had a significant advantage. This system is a 64-bit win64 application of the Microsoft Windows operating system. The program is executed using the Delphi visual development environment, which, using the object code and the hierarchy of the operating system objects, allows you to embed all the basic functions of Windows into an executable program file, thereby a software product of various layouts provided by other systems, additional libraries supplied by Microsoft and others. developers.

Keywords: algorithm, mathematical modeling, optimization, expert system, low-tonnage production, paint technologies, paints and varnishes

Малотоннажная химия занимает важное место в структуре мировой химической индустрии. В странах Евросоюза доля высокотехнологичной малотоннажной химической и нефтехимической продукции составляет 28 % отраслевого выпуска. В РФ доля малотоннажной химии в химическом производстве не превышает 5 %. Это связано с тем, что в постсоветский период развитию малотоннажных химических производств в РФ практически не уделялось внимания. Значительное число предприятий и производств по выпуску малотоннажной химической продукции, созданных в советский период, прекратили свое существование. Как следствие, объем выпуска продукции малотоннажной химии в РФ упал в десятки раз, и основная часть потребностей в этой продукции стала удовлетворяться за счет импорта (по различным группам товаров малотоннажной химии – от 70 до 100 %) [1].

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) являются важным видом продукции малотоннажной химии, наиболее близким к реальному рынку товаром и точкой приложения научно-технических усилий по организации и реализации высоких наукоемких технологий. Эти обстоятельства привели к целесообразности введения концепции «пэйнт-технологий», обобщающей наукоемкие технологии производства и нанесения ЛКМ, характеризующие научно-технический прогресс в области окраски различных поверхностей и создания защитных покрытий [2].

В современной экономической ситуации предприятие должно максимально быстро удовлетворять требования конечного потребителя и без значительных затрат переналаживаться на выпуск новой продукции. Для решения данной проблемы представляется перспективным создание гибких многоассортиментных малотоннажных производств ЛКМ, что является одним из приоритетных направлений экономически устойчивого развития лакокрасочной отрасли в РФ.

Цель работы – разработка гибкой производственной системы получения ЛКМ различного назначения с использованием современных технологических разработок, оборудования и методов управления.

Теоретический анализ производства ЛКМ. Комплекс перечисленных задач предлагается решить методами искусственного интеллекта и экспертных систем (ЭС). В объектно-ориентированной экспертной системе обрабатывается как качественная слабо формализуемая, так и количественная информация, в связи с чем экспертная система организуется как интегрированная, состоящая из информационно-логической и расчетной подсистем [3–5]. В частности, функция расчетной подсистемы заключается в реализации структурной и параметрической оптимизации химико-технологических систем (ХТС) производства многономенклатурных лакокрасочных материалов.

Разрабатываемая ЭС предназначена для проектирования аппаратурно-технологических схем производства лакокрасочных материалов широкого ассортимента, создаваемых на основе блочно-модульного оборудования, а также для рекомендаций по размещению новых технологических процессов на оборудовании действующих производств. Экспертная система является интегрированной и содержит наряду с традиционными средствами ЭС, обобщающими и моделирующими опыт технологов и проектантов, эффективные алгоритмы синтеза многопродуктовых систем периодического и полунепрерывного действия со сложной аппаратурной структурой и произвольной дисциплиной выпуска продукции, в том числе организованными в соответствии с блочно-модульным принципом аппаратурного оформления [4–6]. Применение ЭС позволяет осуществить выбор адекватного схемного решения, аппаратурного оформления технологических процессов, оптимизации технологических режимов [4; 7].

В качестве объекта исследования для разработки и создания прототипа интегрированной экспертной системы выбрано производство следующих ЛКМ перспективного ассортимента: пентафталевых и нитроцеллюлозных товарных и полуфабрикатных лаков; меламиноформальдегидных смол; пентафталевых и меламиноформальдегидных эмалей и грунтовок.

В производстве ЛКМ перспективного ассортимента применяется следующее технологическое оборудование: реакторы с индукционным обогревом, якорно-лопастной мешалкой и погружным змеевиком, параметрический ряд которых представлен следующими значениями объема: 1 м^3, 2 м^3, 3,2 м^3, 5 м^3, 6,3 м^3; смесители с охлаждающей рубашкой и рамной мешалкой, параметрический ряд которых представлен следующими значениями объема: 2 м^3, 5 м^3, 6,3 м^3, 10 м^3, 16 м^3; горизонтальные кожухотрубчатые теплообменники (одно- и двухходовые) в качестве конденсаторов реакторов и смесителей; патронные фильтры типа «Кюно»; диссольверы для непрерывного или периодического перемешивания; горизонтальные бисерные мельницы с объемом размольного цилиндра 20 и 50 л.

Классификация структурных типов ХТС выполнена по следующим призна-

кам: количество продуктов, временной режим работы технологического оборудования, способ взаимодействия технологических аппаратов, аппаратурная структура технологической системы. Признаки измерены в номинальных шкалах, несочетаемые значения признаков исключены методом морфологического анализа в форме морфологического ящика. В результате для структурной и параметрической оптимизации оставлены следующие структурные типы химико-технологических систем: индивидуальные, многопродуктовые ХТС с последовательной, последовательно-параллельной и параллельно-последовательной структурой (для многопродуктовых ХТС – фиксированной или переменной), содержащие аппараты только периодического или периодического и полунепрерывного действия, взаимодействующие непосредственно или через демпфирующие емкости-накопители [8–11]. Разработаны оптимизирующие модели и простейшие алгоритмы структурной (для систем с переменной структурой) и параметрической оптимизации.

Структурно-функциональная схема интегрированной экспертной системы для автоматизации проектирования производств ЛКМ. Проектирование производства многоассортиментной лакокрасочной продукции осуществляется с помощью объектно-ориентированной интегрированной экспертной системы, содержащей информационно-логическую и расчетную подсистемы. В диалоге с экспертной системой проектант выбирает подходящее технологическое оборудование и тип аппаратурной структуры химико-технологических систем, адекватный продукции проектируемого ассортимента; формирует оптимизирующую математическую модель и выбирает эффективный алгоритм структурной и параметрической оптимизации химико-технологической системы [8–10]. Структурно-функциональная схема интегрированной экспертной системы изображена на рис. 1.

Структурная оптимизация химико-технологических систем. Алгоритмы автоматизированного выбора технологического оборудования. Выбор типа технологического аппарата, адекватного технологическому процессу при отсутствии его математической модели, осуществляется методом экспертных оценок. Нечеткий выбор адекватных типов технологических аппаратов формально равнозначен методу поиска недоминируемых альтернатив. Исходной информацией являются экспертные оценки в форме результатов парных сравнений, имеющих вид матрицы бинарных отношений [12–13]. Разработанные алгоритмы различаются в зависимости от способа задания экспертных оценок. Ниже описаны два алгоритма.

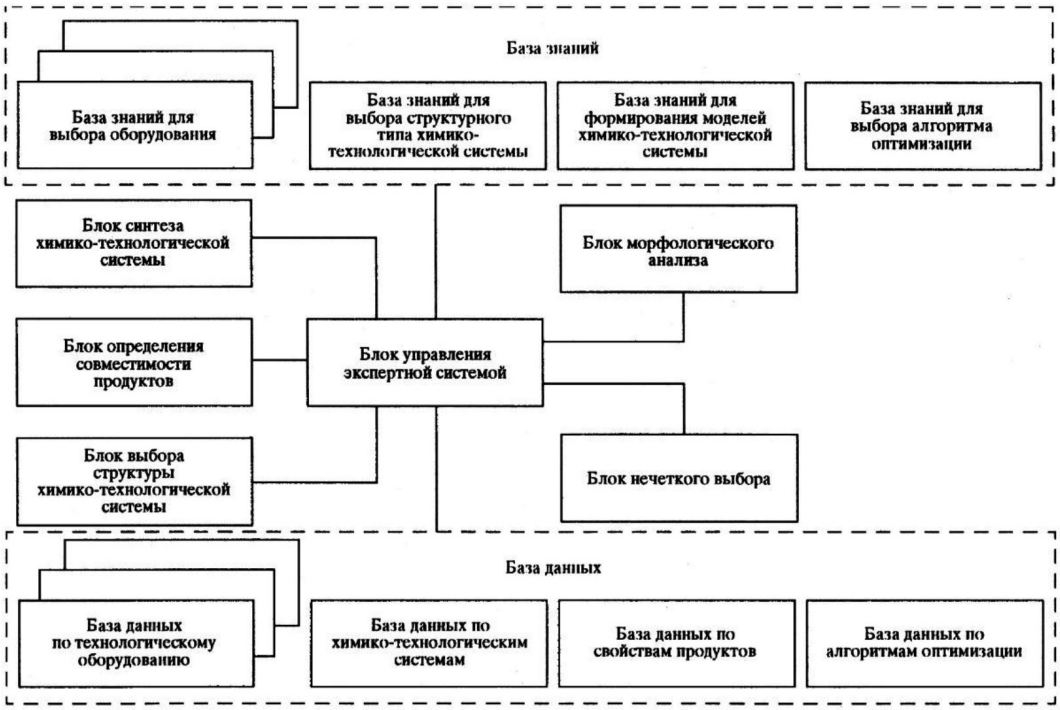


Рис. 1. Структурно-функциональная схема интегрированной экспертной системы

Алгоритм 1. В соответствии с этим алгоритмом типы аппаратов сравниваются попарно по каждому признаку j $(j=\overline{1,J})$. В результате формируются матрицы бинарных отношений аппаратов по каждому из признаков; количество матриц равно количеству признаков; элементы a_{ik} матриц формируются по правилу:

$$a_{ik} = \begin{cases} 1, \text{ если аппарат } R_i \text{ предпочтительнее } R_k \text{ по признаку } j \\ 0, \text{ в противном случае} \end{cases} \quad (1)$$

В результате экспертной оценки получаются J отношений предпочтения r_j на множестве типов аппаратов R. Задача заключается в выборе наиболее подходящего аппарата из множества $(R, r_1, r_2, ..., r_J)$. Отношения r_j выражены в виде некоторых функций f_j. Значения функций $f_j(R)$ понимают как числовую оценку аппарата R по признаку j. Тогда формально задача выбора адекватного типа аппарата означает выбор аппарата, имеющего возможно большие оценки по всем признакам, то есть выбор производится по следующему правилу:

$$\text{если } ff(r) \, ^3 f_j(R_0), \text{ то } f_j(r) = f_j(R_0); \; j = \overline{1,J}.$$

Для нахождения множества эффективных альтернатив вместо отношения r_j; $j = \overline{1,m}$ можно взять их пересечение Q_1 и найти множество недоминируемых альтернатив в множестве (R, Q_1). В свою очередь, пересечение отношений r_j можно представить в иной форме, если ввести функцию принадлежности отношений r_j:

$$\mu_j(R_i, R_k) = \begin{cases} 1, & \text{если } (R_i, R_k) \in \rho_j \\ 0, & \text{если } (R_i, R_k) \notin \rho_j \end{cases} \quad (2)$$

Пересечение отношений r_j соответствует функции принадлежности: $\mu_{Q_1}(R_i, R_k) = \min\{\mu_1(R_i, R_k), \mu_2(R_i, R_k), ... \mu_J(R_i, R_k)\}$, то есть заданные отношения рассматриваются как одинаково важные. Если они различаются по важности, то факт их различия можно учесть, используя весовые коэффициенты в выражении $\mu_{Q1}(R_i, R_k)$.

Конечной целью задачи выбора в множестве (x, R) является выбор подмножества недоминируемых альтернатив.

В множестве $(x, \mu_{Q1}(x))$ подмножество недоминируемых альтернатив $\mu^{ND}_{Q1}(x)$ вычисляется по следующему алгоритму:

$$\mu^{ND}_{Q_1}(x) = 1 - \sup_{y \in x} \left[\mu_{Q_1}(x, y) - \mu_{Q_2}(x, y) \right]. \quad (3)$$

Нечеткое отношение Q_1 которого вычисляется по алгоритму:

$$\mu_{Q_1}(x,y) = \min\{\mu_1(x,y), \mu_2(x,y), ... \mu_J(x,y)\}, \quad (4)$$

то есть является пересечением исходных отношений и позволяет выделить нечеткое подмножество недоминируемых альтернатив в множестве $(x, \mu_{Q1}(x))$.

Кроме $\mu_{Q1}(x, y)$, вычисляется также функция $\mu_{Q2}(x, y)$:

$$\mu_{Q_2}(x, y) = \sum_{j=1}^{J} \omega_j \mu_j(x, y), \quad (5)$$

где при одинаковых по важности признаках $\omega_j = 1/J$ $(j = \overline{1,J})$ функция $\mu_{Q2}(x, y)$ упорядочивает альтернативы по степени их недоминируемости.

Затем в множестве $(x, \mu_{Q2}(x))$ выделяется подмножество недоминируемых альтернатив:

$$\mu^{ND}_{Q_2}(x) = 1 - \frac{1}{J} \sup_{y \in x} \sum_{j=1}^{J} \left[\mu_j(y, x) - \mu_j(x, y) \right]; \; x \in X. \quad (6)$$

Тогда рациональный выбор альтернативы осуществляется как пересечение множеств $\mu^{ND}_{Q1}(x)$ и $\mu^{ND}_{Q2}(x)$:

$$\mu^{ND}_{Q_2}(x) = \min\left\{\mu^{ND}_{Q_1}(x), \mu^{ND}_{Q_2}(x)\right\}, \quad (7)$$

а в качестве альтернативы следует выбрать x^{ND} по правилу:

$$x^{ND} = \left\{ x \left(x \in X, \mu^{ND}(x) = \sup_{x \in X} \mu^{ND}(x') \right) \right\}. \quad (8)$$

Алгоритм 2. В соответствии с этим алгоритмом эксперт сравнивает конструкционные признаки, оценивая их относительную важность, в результате формируется матрица A относительных весов признаков и матрица B_j ($j = \overline{1,J}$) относительных весов аппаратов по каждому признаку.

В соответствии с алгоритмом по известной матрице A восстанавливаются истинные значения относительных весов признаков, что эквивалентно нахождению нормированного к единице собственного вектора x_{max} матрицы A. Собственный вектор $x_{max} = \{x_1, x_2, \dots x_j\}$ матрицы, соответствующий ее максимальному собственному числу ω_m ($\omega_m \geq m$), получается в результате решения векторного уравнения:

$$(A - \omega_m E)x = 0. \tag{9}$$

Вектор $x \neq 0$ удовлетворяет уравнению:

$$Ax = \omega x, \tag{10}$$

$$(A_{m\times n})x_{m\times 1} = \omega x_{m\times 1} \tag{11}$$

и называется собственным вектором матрицы A, соответствующим собственному числу ω.

Для того чтобы число ω было собственным числом матрицы A, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось равенство:

$$\det(-A + \omega E) = 0. \tag{12}$$

Собственный вектор матрицы экспертной оценки относительных весов признаков представляет истинные значения относительных весов. Аналогично собственные векторы матриц экспертной оценки (пригодности) аппаратов по каждому признаку восстанавливают их истинные значения. Второй этап состоит в выборе наиболее благоприятной альтернативы.

Алгоритм выбора адекватного структурного типа химико-технологических систем. Назначение алгоритма – поиск типа аппаратурной структуры многоассортиментного производства, адекватной производимой продукции. Исходной информацией является матрица $A_{n\times m}$ инцидентности типов технологического оборудования производимым продуктам, элементы которой имеют вид:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если аппарат типа } j \text{ применяется в технологическом процессе} \\ \text{получения продукта } i \\ 0, \text{ в противном случае} \end{cases} \tag{13}$$

Над матрицей $A_{n\times m}$ выполняются последовательно операции транспонирования, умножения на транспонированную матрицу и преобразования полученной симметричной матрицы в хессенбергову матрицу H, то есть следующая цепочка операций: $A_{n\times m} \to A^T_{m\times n} \to B_{n\times m} = A_{n\times m} \times A^T_{m\times n} \to H_{n\times m}$, где элементы матрицы $H_{n\times m}$ вычисляются в соответствии со следующим правилом:

$$h_{ij} = \begin{cases} B_{ij}, & j>i \\ 0, & j \leq i \end{cases} \tag{14}$$

Структура матрицы $H_{n\times m}$ определяет допустимые типы структуры технологической подсистемы многоассортиментного производства. Если $\forall(i,j)\ h_{ij} = 0$, то допустима организация производства только в виде индивидуальных технологических схем. Если $\forall(i,j)\ n>h_{ij} > 0$, то кроме индивидуальных схем допустимы совмещенные; при этом более полная совмещенность возможна, если $h_{ij}\ (i=\overline{1,n};\ j=\overline{1,n}) \approx n$. Если $\exists(i,j)\ h_{ij} = 0$ и $\exists(i,j)\ 0<h_{ij} < n$, то наряду с индивидуальными и совмещенными схемами возможны также гибкие. Таким образом, алгоритм заключается в вычислении матрицы H и выводе ее на экран.

Алгоритм формирования временных ограничений. Сокращение общего времени на производство всех продуктов ассортимента в гибких системах достигается объединением продуктов в группы, производимые одновременно. Объединение продуктов в группы производится по признаку их аппаратурной аналогии на основе матрицы инцидентности A, элементы которой имеют следующий вид:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если для получения продукта i применяется аппарат типа j,} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \tag{15}$$

Чтобы определить число единиц оборудования, общее для продуктов P_i, P_k, достаточно сформировать матрицу B по правилу:

$$B = A \times A^T, \quad (16)$$

где A^T – транспонированная матрица A.

Матрица B является основой для определения бинарных комбинаций продуктов, которые могли бы производиться в системе одновременно. Алгоритм генерации допустимых бинарных комбинаций продуктов по матрице B состоит в поэлементном сравнении ее строк и столбцов. Аналогично определяются допустимые тернарные комбинации продуктов и их комбинации более высокой арности.

В системе ограничений задачи параметрической оптимизации должны содержаться временные ограничения: время работы оборудования, на котором продукты выпускаются последовательно, должно суммироваться, и эта сумма не должна превышать годового фонда времени; последовательно выпускаемые продукты определяются в результате анализа матрицы H, а именно, допустимыми считаются бинарные комбинации продуктов, которым в матрице H соответствуют нулевые элементы. Для формирования временных ограничений выполняется поэлементное сравнение строк и столбцов матрицы H и определяются тернарные комбинации последовательно производимых продуктов и их комбинации более высокой парности.

Параметрическая оптимизация ХТС. Параметрическая оптимизация химико-технологических систем состоит в поиске определяющих размеров, производительности, значений конструкционных параметров технологического оборудования и режимных параметров технологических процессов, при которых достигается минимум критерия приведенных затрат. Алгоритмы параметрической оптимизации ориентированы на структурные типы технологических систем, определяемые следующими признаками: количеством производимых продуктов, временным режимом работы аппаратов и способом их коммутации в схеме [5; 8].

По количеству производимых продуктов различаются индивидуальные и многопродуктовые технологические системы; по временному режиму работы оборудования – системы, содержащие аппараты только периодического и содержащие аппараты периодического и полунепрерывного действия, взаимодействующие непосредственно или через демпфирующие емкости-накопители; кроме того, существенными признаками для алгоритмов оптимизации являются стандартизация оборудования и зависимость продолжительности циклов аппаратов периодического действия от массового размера партии продуктов.

Практически все технологические схемы, применяющиеся в производстве ЛКМ исследуемого ассортимента, создаются и проектируются на базе стандартного технологического оборудования, поэтому на эти схемы ориентированы разработанные алгоритмы параметрической оптимизации [12]. Продолжительность цикла технологических аппаратов задана в технологических регламентах и, следовательно, считается фиксированной, не зависящей от массового размера порции продуктов.

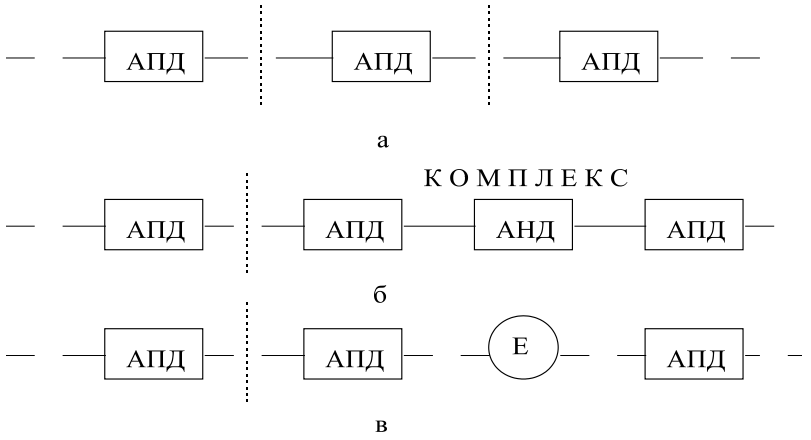


Рис. 2. Основные способы взаимодействия технологических аппаратов в ХТС производства ЛКМ: а) индивидуальные, содержащие непосредственно взаимодействующие аппараты периодического действия (АПД); б) индивидуальные, содержащие непосредственно взаимодействующие аппараты периодического (АПД) и полунепрерывного действия (АНД); в) индивидуальные, содержащие аппараты периодического действия, взаимодействующие через демпфирующие емкости-накопители (Е)

Таким образом, практическое значение для оптимизации технологических систем малотоннажных лакокрасочных производств имеют вычислительные алгоритмы, ориентированные на следующие классы технологических систем (рис. 2): индивидуальные, содержащие непосредственно взаимодействующие аппараты периодического действия (рис. 2а); индивидуальные, содержащие непосредственно взаимодействующие аппараты периодического и полунепрерывного действия (рис. 2б); индивидуальные, содержащие аппараты периодического действия, взаимодействующие через демпфирующие емкости-накопители (рис. 2в); индивидуальные, содержащие аппараты периодического и полунепрерывного действия, взаимодействующие через демпфирующие емкости-накопители; совмещенные (по технологическим процессам), содержащие непосредственно взаимодействующие аппараты периодического действия; совмещенные на основе непосредственно связанных аппаратов периодического и полунепрерывного действия; совмещенные на основе аппаратов периодического действия, взаимодействующих через демпфирующие емкости-накопители; совмещенные на основе аппаратов периодического и полунепрерывного действия, взаимодействующих через емкости-накопители; гибкие, содержащие непосредственно взаимодействующие аппараты периодического действия; гибкие, содержащие аппараты периодического и полунепрерывного действия, взаимодействующие непосредственно; гибкие на основе аппаратов периодического действия, взаимодействующих через емкости-накопители; гибкие на основе аппаратов периодического и полунепрерывного действия, взаимодействующих через емкости-накопители.

Наиболее общим структурным типом является тип гибких ХТС, содержащих аппараты периодического и полунепрерывного действия, взаимодействующих через емкости-накопители. Задача параметрической оптимизации систем этого типа имеет следующую формулировку. Задан ассортимент n продуктов $P = \{P_1, P_2, ..., P_n\}$, получающихся в результате n частично совмещенных технологических процессов; известны технологические маршруты получения продуктов; задан объем выпуска каждого продукта: $G = \{G_1, G_2, ..., G_n\}$. Известны уравнения стадийных или операционных материального и энергетического балансов; определяющие размеры и производительность стандартного технологического оборудования, заданные в виде параметрических рядов. Заданы предельные коэффициенты заполнения объема емкостных аппаратов. Требуется определить размер, производительность и количество аппаратов, оформляющих каждую стадию многостадийного технологического процесса и объем демпфирующих емкостей, при которых достигается минимум приведенных затрат на оборудование. Аппаратурная структура системы считается определенной на этапе структурной оптимизации и, следовательно, фиксированной.

Оптимизация аппаратурного состава индивидуальных ХТС. Индивидуальные ХТС с непосредственно взаимодействующими аппаратами периодического действия. Если количество аппаратов, оформляющих стадию технологического процесса, фиксировано − обычно $N_j = 1$ (рис. 2а), – то степени свободы у системы этого типа отсутствуют, и можно найти единственный вариант аппаратурного оформления технологического процесса, выбрав подходящие размеры аппаратов из содержащихся в параметрических рядах, для чего необходимо решить относительно k уравнение:

$$\sum_{j=1}^{m} \tau_j + (k-1)\tau_L - T_0 = 0, \qquad (17)$$

где τ_j – продолжительность технологического цикла аппарата j; τ_L – продолжительность технологического цикла системы; k – количество партий продукта; T_0 – годовой фонд времени.

Решив уравнение (17) относительно k, определим $k' = sup\ k$, то есть ближайшее целое, большее k, и рассчитаем величину массового размера партии продукта:

$$W = \frac{G}{k'}, \qquad (18)$$

где G – годовая производительность проектируемой установки.

Зная W, рассчитаем определяющие точные размеры аппаратов периодического действия:

$$V_j = \frac{S_j W}{\varphi_j}, \qquad (19)$$

где S_j – материальный индекс стадии j; φ_j – коэффициент заполнения объема аппарата.

Округлим полученные значения V_j до ближайших больших V_j', содержащихся в параметрических рядах, и проверим принадлежность фактического коэффициента заполнения заданному интервалу $\varphi_j' \in \left[\underline{\varphi}_j, \overline{\varphi}_j\right]$:

$$\varphi_j' = \frac{S_j W}{V_j'}. \qquad (20)$$

Если это условие выполняется, то рассчитаем приведенные затраты на основное оборудование по формуле:

$$C_P = \left\{ K \sum_{j=1}^{m} C_j(V_j) + \sum_{j=1}^{m} C_j^{'}(V_j) \right\}, \quad (21)$$

где K – нормативный коэффициент окупаемости; C_j – стоимость аппарата j; $C_j^{'}$ – эксплуатационные затраты.

Несколько усложняется расчет системы, когда продолжительность цикла аппаратов зависит от массового размера порции продукта. В системах этого типа продолжительность цикла аппаратов должна рассчитываться, для чего следует сначала задать начальное приближение величины массового размера партии продукта. У систем этого типа появляется степень свободы и, следовательно, возможность оптимизации аппаратурного состава. Массовый размер партии продукта определяется по минимальному размеру аппарата последней стадии технологического процесса в параметрическом ряду. После этого уравнение (17) решается относительно k и выполняется расчет схемы, как в предыдущем случае.

Если количество аппаратов N_j $(j=\overline{1,m})$ и их размеры V_j $(j=\overline{1,m})$ являются варьируемыми переменными, а продолжительность технологических циклов аппаратов фиксирована $\tau_j = \text{const}$ $(j=\overline{1,m})$ и определяется технологическим регламентом, то у системы имеются степени свободы и возможна задача оптимизации, которая имеет следующий вид:

$$\min_{N,V} \left\{ K \sum_{j=1}^{m} N_j C_j(V_j) + \sum_{j=1}^{m} C_j^{'}(V_j) \right\}, \quad (22)$$

$$\sum_{j=1}^{m} \tau_j + (k-1)\tau_L - T_0 = 0, \;\; \tau_L = \sup_{j=\overline{1,m}} \left\{ \frac{\tau_{ij}}{N_{ij}} \right\}, \quad (23)$$

$$\frac{S_j W}{\overline{\varphi}_j} \le V_j \le \frac{S_j W}{\underline{\varphi}_j}; \;\; j=\overline{1,m}; \;\; k=\text{ent}\left(\frac{G}{k}\right), \quad (24)$$

где V_j – дискретные переменные; k, N_j – целочисленные переменные; g, τ_L – непрерывные переменные.

Ниже кратко описан алгоритм оптимизации аппаратурного состава ХТС данного типа.

Примем $N_j = 1$ $(j=\overline{1,m})$ и решим задачу, описанную в начале раздела. Определим стадию с максимальной продолжительностью и увеличим количество аппаратов на этой стадии на 1, заставив работать их с равномерным смещением по времени. Продолжим решение, увеличивая количество аппаратов на лимитирующей стадии на единицу и повторяя расчет. Описанный алгоритм представляет собой алгоритм направленного перечисления вариантов и может быть применен для задач оптимизации небольшой размерности.

Индивидуальные ХТС, содержащие непосредственно взаимодействующие аппараты периодического и полунепрерывного действия. Если количество аппаратов N_j $(j=\overline{1,m})$ и продолжительность их технологического цикла τ_j $(j=\overline{1,m})$ фиксирована, то оптимизация аппаратурного состава невозможна. Расчет системы этого типа содержит предварительную ее декомпозицию на последовательность автономных аппаратов периодического действия и комплексов, состоящих из взаимосвязанных последовательностей аппаратов периодического и полунепрерывного действия (рис. 2б).

Продолжительность технологического цикла подсистемы определяется следующим выражением:

$$\tau_j^{'} = \begin{cases} \tau_j, \text{ если } j - \text{аппарат периодического действия}; \;\; j=\overline{1,m^{'}} \\ \sum_{k=1}^{k^{'}} \tau_{k^{'}} + \sum_{k=1}^{k^{''}} \tau_{k^{''}}, \text{ если } j - \text{комплекс аппаратов } j=\overline{1,m^{''}} \end{cases}, \quad (25)$$

где $m^{'}$, $m^{''}$ – соответственно количество автономных аппаратов периодического действия и автономных комплексов; $k^{'}$, $k^{''}$ – соответственно количество аппаратов периодического действия и непрерывного действия, образующих автономный комплекс. Расчет схемы производится по алгоритму, аналогичному алгоритму расчета схемы, изложенному в начале раздела.

Если варьируемыми переменными являются размер V_j и количество аппаратов N_j, то возможна задача оптимизации, аналогичная ранее рассмотренной, но продолжительность цикла системы рассчитывается по формуле:

$$\tau_j = \sum_{k=1}^{k} \tau_{jk} + \sum_{k=1}^{k'} \tau_{jk}, \qquad (26)$$

$$\tau_L = \max_{j=1,m'''} \left\{ \frac{\tau_j}{N_j} \right\}, \qquad (27)$$

где m''' – общее число аппаратов периодического действия и автономных комплексов.

К системе ограничений задачи оптимизации должно быть добавлено условие, гарантирующее необходимую производительность P_j оборудования непрерывного действия:

$$P_j \geq \frac{S_j g}{\tau_j}; \; j=\overline{1,m''}. \qquad (28)$$

Индивидуальные ХТС, содержащие емкости–накопители. Для производства ЛКМ характерен только один способ взаимодействия технологических аппаратов через демпфирующие емкости: такой, в котором подающий аппарат – периодического действия, а принимающий – непрерывного действия. Этот структурный тип технологических систем реализован в производстве пигментированных ЛКМ, в котором подающим аппаратом является периодически действующий диссольвер, а принимающим – непрерывно действующая бисерная машина. Транспорт массы из диссольвера в демпфирующую емкость и из нее в бисерную машину осуществляется шестеренчатыми насосами. Оптимизирующими переменными в схемах этого типа являются определяющие размеры и количество единиц основного технологического оборудования, объем демпфирующей емкости, массовый размер порции продукта, продолжительность технологического цикла системы, минимальный объем массы в демпфирующих емкостях, число порций продукта. В качестве независимых переменных можно принять, например, размер и количество единиц основного технологического оборудования и объем демпфирующих емкостей (рис. 3).

Загрузка емкости из диссольвера осуществляется периодически, а разгрузка – непрерывно. Следовательно, функция $u(t, \Delta\tau)$ – разрывная, определяемая следующим соотношением:

$$u(t,\Delta\tau) = \begin{cases} (\vartheta_1 - \vartheta_2)t, \; t_0 + \Delta\tau + k\tau_{dis} < t < t_0 + \Delta\tau + k\tau_{dis} + \tau'_{dis} \\ -\vartheta_2 t, \; t_0 + \Delta\tau + k\tau_{dis} + \tau'_{dis} < t < t_0 + \Delta\tau + (k+1)\tau_{dis} \end{cases}, \qquad (29)$$

где ϑ_1, ϑ_2 – производительность насосов, м^3/ч; τ_{dis} – продолжительность технологического цикла диссольвера, ч; τ'_{dis} – продолжительность загрузки партии продукта из диссольвера в емкость, ч; $\Delta t = t_1 - t_0$; k = 0,1,2, ...

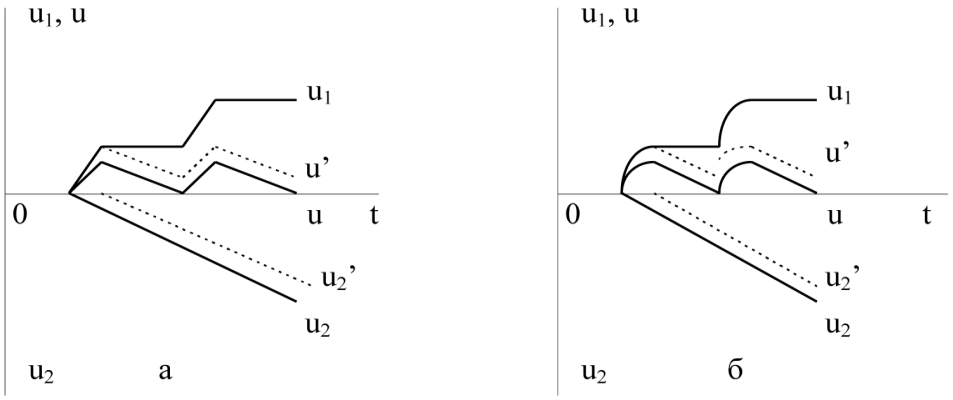


Рис. 3. Графики загрузки (u1), разгрузки (u2, u2') демпфирующей емкости и изменения объема реакционной массы в ней (u, u'): а) при разгрузке насосом и сжатым газом; б) при разгрузке под давлением гидростатического столба

Необходимо обеспечить режим, при котором $u*(t) \geq 0;\ \ t \in T$, где T – период функции, $u^*(t) = \min_{\Delta\tau}\left\{u(t,\Delta\tau)\left(u(t,\Delta\tau) \geq 0, t \in T\right\}\right.$.

Тогда объем демпфирующей емкости должен удовлетворять условию:

$$\frac{u^{**}}{\overline{\varphi}} \leq U \leq \frac{u^{**}}{\underline{\varphi}}, \tag{30}$$

где $\overline{\varphi}, \underline{\varphi}$ – соответственно верхний и нижний пределы коэффициента заполнения ее объема, а $u^{**} = \max_t\left\{u^*(t)\right\}$.

Это условие служит основанием для выбора емкости из параметрического ряда. Поиск экстремума унимодальной функции $u^*(t)$ производится методом золотого сечения.

При первом способе функция $u(t, \Delta\tau)$ имеет вид:

$$u(t,\Delta\tau) = \begin{cases} \vartheta_0 - \varepsilon\frac{f_{ch}}{f_{dis}}\sqrt{2g\,\vartheta_0 / f_{dis}}\,t + \frac{1}{2}\varepsilon\frac{f_{ch}^{\,2}}{f_{dis}^{\,2}}gt^2 - \vartheta_2 t,\ t_0 + \Delta\tau + k\tau_1 < t < t_0 + \Delta\tau + k\tau_1 + \tau_1^{'} \\ -\vartheta_2 t,\ t_0 + \Delta\tau + k\tau_1 + \tau_1^{'} < t < t_0 + \Delta\tau + (k+1)\tau_1 \end{cases}, \tag{31}$$

где ϑ_0 – начальный объем массы в диссольвере; f_{dis}, f_{ch} – площадь сечения диссольвера и разгрузочного штуцера, м^2; ε – коэффициент сжатия струи; g – ускорение силы тяжести, м/с^2.

Во втором случае функция u(t, Δτ) имеет вид:

$$u(t,\Delta\tau) = \begin{cases} (k\vartheta_1 - \vartheta_2)t,\ k = \frac{f\sqrt{2gH}}{\sqrt{\xi}}t,\ t_0 + \Delta\tau + k\tau_1 < t < t_0 + \Delta\tau + k\tau_1 + \tau_1^{'} \\ -\vartheta_2 t,\ t_0 + \Delta\tau + k\tau_1 + \tau_1^{'} < t < t_0 + \Delta\tau + (k+1)\tau_1 \end{cases}, \tag{32}$$

$$\xi = \lambda(l/d) + \sum_{i=1}^{n}\xi_i, \quad \lambda = 0{,}316\,\mathrm{Re}^{-0{,}25}, \tag{33}$$

где λ – коэффициент гидравлического трения; l – общая длина трубы, м; d – диаметр трубы для передавливания, м; ξ_i – коэффициент местных сопротивлений; Re – число Рейнольдса.

Расчет требуемого напора установки определяется по формулам [14]:

$$H = \frac{(p_1 - p_2)}{\rho g} + h, \tag{34}$$

где h – геометрическая высота трубы для передавливания, м; p_1, p_2 – давление газа в диссольвере и в емкости, Па; ρ – плотность массы, кг/м^3; g – ускорение силы тяжести, м/с^2.

Индивидуальные ХТС с комбинированным режимом взаимодействия технологических аппаратов. Системы этого класса подлежат предварительной декомпозиции на относительно автономные подсистемы, рассматриваемые как блоки периодического действия (рис. 2в). Декомпозиция системы производится по сечениям непосредственной связи между аппаратами, в результате декомпозиции получаются подсистемы, образованные отдельными аппаратами периодического действия и комплексами аппаратов непрерывного и периодического действия, взаимодействующих через емкость.

Оптимизация аппаратурного состава многопродуктовых ХТС. Системы с непосредственным взаимодействием технологических аппаратов. Если количество аппаратов N_j и продолжительность их циклов t_{ij} фиксированы, то в общем случае при существенном различии значений стадийных материальных индексов получения различных продуктов задача решения не имеет, так как аппараты имеют фиксированные размеры, а материальные индексы продуктов значительно различаются.

Если количество аппаратов N_j и их определяющие размеры V_j являются оптимизируемыми переменными, то задача имеет следующую формулировку:

$$\min_{\overline{V},\overline{N}}\left\{K\sum_{j=1}^{m}N_j C_j(V_j) + \sum_{j=1}^{m}C_j^{'}(V_j)\right\}, \tag{35}$$

при

$$\sum_{i=1}^{n}\frac{G_i}{g_i}\tau_{Li} \le T\ \frac{S_{ij}\ g_i}{\overline{\varphi}_{ij}} \le V_j \le \frac{S_{ij}\ g_i}{\underline{\varphi}_{ij}};$$

$$i=\overline{1,n};\ j=\overline{1,m}, \qquad (36)$$

где

$$\tau_{Li}=\max\left\{\frac{\tau_{ij}}{N_j}\right\};\ \ i=\overline{1,n} \qquad (37)$$

при дискретных V_j и целочисленных N_j.

Для решения задачи разработан модифицированный эвристический алгоритм, основанный на представлении о гипотетическом продукте. Алгоритм состоит из трех этапов: расчет точных размеров оборудования при фиксированном количестве параллельных аппаратов; округление полученных точных значений размеров до ближайших, содержащихся в стандартных параметрических рядах; выбор количества параллельных аппаратов [12]. Ниже приводится описание алгоритма оптимизации.

Выполним декомпозицию ХТС на квазиавтономные подсистемы по связям между аппаратурными блоками периодического действия, как показано на рис. 2б. В результате декомпозиции исходная система представляется в виде последовательно соединенных подсистем, количество которых на единицу превышает число связей между аппаратами периодического действия. Обозначим j – текущий номер подсистемы $j=1,\tilde{m}$, где $\tilde{m}=m+1$. Подсистемы образованы либо блоками параллельно соединенных аппаратов периодического действия, либо группами последовательно соединенных аппаратов периодического и полунепрерывного действия. Таким образом, в системе содержатся подсистемы двух видов. В свою очередь в подсистемах, состоящих из аппаратов периодического и полунепрерывного действия, последние могут образовывать последовательные цепочки произвольной длины.

Определим продолжительность технологического цикла квазиавтономной подсистемы следующим образом:

$$\tilde{\tau}_{ij}=\begin{cases}\tau_{ij},\ \text{если } j-\text{аппарат периодического действия; } j=\overline{1,m_p};\\ \sum\limits_{r_j=1}^{R_j}\tau_{ijr}+\sum\limits_{s_j=1}^{S_j}\tau_{ijs}\ \text{если } j-\text{группа последовательно соединенных аппаратов, } j=\overline{1,m_k};(i=\overline{1,n}),\end{cases} \qquad (38)$$

где R_j, S_j – соответственно количество аппаратов периодического действия и групп последовательно соединенных аппаратов полунепрерывного действия в подсистеме j.

Очевидно, что квазиавтономные подсистемы могут соединятся параллельно, образуя блоки и вводиться в действие с временным смещением, что позволяет сократить продолжительность технологического цикла, определяемую для блока идентичных подсистем следующим образом:

$$\tilde{\tau}'_{ij}=\frac{\tilde{\tau}_{ij}}{N_j};\ \ i=\overline{1,n};\ j=\overline{1,\tilde{m}}. \qquad (39)$$

Тогда продолжительность технологического цикла системы определится по формуле:

$$\tau_i=\max_{j=\overline{1,\tilde{m}}}\left\{\tilde{\tau}'_{ij}\right\};\ i=\overline{1,n}. \qquad (40)$$

Временное ограничение для систем с фиксированной структурой *a priori* задано, так как продукты в системе производятся последовательно, а системы временных ограничений для ХТС с перестраиваемой структурой формируются по специальному алгоритму на стадии структурной оптимизации; она однозначно соответствует оптимальной в смысле затрат времени дисциплине выпуска продуктов.

Опишем модифицированный эвристический алгоритм оптимизации аппаратурного состава систем этого класса, основанный на представлении о гипотетическом продукте, учитывающем продолжительность переходного периода работы системы при каждом изменении номенклатуры производимого продукта. Для этого определим сначала величину стадийных материальных индексов гипотетического продукта:

$$S_{H_j}=\frac{\sum\limits_{i=1}^{n}S_{ij}G_i}{\sum\limits_{i=1}^{n}G_i};\ j=\overline{1,\tilde{m}}, \qquad (41)$$

где S_{ij} – материальный индекс стадии j для продукта i; G_i – объем выпуска продукта i.

Рассчитаем затем фактор размера F_i по формуле:

$$F_i=\max_{j=\overline{1,\tilde{m}}}\left\{\frac{S_{ij}}{S_{H_j}}\right\};\ i=\overline{1,n}, \qquad (42)$$

который по смыслу есть отношение массовых размеров партий фактического и гипотетического продуктов.

Если окажется, что объемы реакционной массы, перерабатываемой на всех стадиях процесса для получения любого из продуктов [15], меньше соответствующих объемов гипотетического продукта, то первоначально принятое значение материального индекса S_{Hj} гипотетического продукта следует уменьшать до тех пор, пока оно не достигнет максимального из них, то есть:

$$S_{H_j} = \max_{j=\overline{1,\tilde{m}}} \left\{ \frac{S_{ij}}{F_i} \right\}; \; i = \overline{1,n}. \tag{43}$$

Тогда при выбранных размерах аппаратов периодического действия массовый размер партии продуктов определится следующим образом:

$$W_i = \frac{W_H}{F_i}, \tag{44}$$

где W_H – размер партии гипотетического продукта.

Число партий фактических продуктов, производимое в течение годового фонда времени, определяется выражением:

$$k_i = ent \frac{G_i F_i}{W_H} + 1. \tag{45}$$

Общее время, затрачиваемое на производство продукта *i*, определится по формуле:

$$T_i = \sum_{j=1}^{\tilde{m}} \tau_{ij} + (k_i - 1)\tau_{L_i}, \tag{46}$$

а общее время выпуска всех продуктов на данном оборудовании определится системой временных ограничений:

$$T_l = \sum_{i \in \{A\}_j} \sum_{j=1}^{\tilde{m}} \tau_{ij} + (k_i - 1)\tau_{L_i}, \tag{47}$$

где *l* – номер группы продуктов (l = 1, 2, …,).

Очевидно, что $T_l \le T$, где T – годовой фонд времени.

Размер порции гипотетического продукта следует выбирать таким образом, чтобы выполнялись ограничения $T_l \le T$.

Размер аппаратов периодического действия выбирается таким образом, чтобы:

$$V_j \ge W_H S_{H_j}; \;\; V_j^* = W_H S_{H_j}; \; V_j = \left\{ V_{jk} \left(V_{jk} = \inf \left\{ V_j^* \right\} \right\}; \; j = \overline{1,m}, \tag{48}$$

а производительность аппаратов полунепрерывного действия:

$$P_j^* = \frac{g_H S_{H_j}}{\tau_{H_j}}; \;\; P_j = \left\{ P_{jk} \middle| P_{jk} = \inf \left\{ P_j^* \right\} \right\}, \tag{49}$$

где $\tau_{H_j} = \max_{i=\overline{1,n}} \left\{ \tau_{ij} \right\}; \; j = \overline{1,m}.$

Перед началом работы алгоритма $N_j = 1$. В процессе расчета для стадии, у которой S_{Hj} минимальна, количество аппаратов увеличивается на единицу, и расчет повторяется. Величина N_j наращивается до тех пор, пока стоимость оборудования не перестанет возрастать в пределах $\tilde{m}$ циклов расчета, где $\tilde{m}$ – общее количество квазиавтономных стадий.

Системы с комбинированным режимом взаимодействия технологических аппаратов (непосредственное и через емкость). Выполним декомпозицию ХТС на квазиавтономные подсистемы по непосредственным связям между аппаратами периодического действия (рис. 2в). Исходная система представляется в виде подсистем, образованных либо отдельными аппаратами периодического действия, либо комплексами последовательно соединенных аппаратов периодического и полунепрерывного действия, либо группами подающих и принимающих аппаратов, связанных вспомогательной емкостью. Рассмотрим наиболее типичный случай взаимодействия «подающий аппарат работает в периодическом режиме, принимающий – в непрерывном режиме».

Алгоритм оптимизации аппаратурного состава организуется в виде двухуровневой процедуры, в которой на верхнем уровне оптимизируются размеры и количество стандартного технологического оборудования, а на нижнем – объем промежуточных емкостей. Алгоритм верхнего уровня, по существу, есть повторение описанного ранее алгоритма оптимизации аппаратурного состава с непосредственным взаимодействием оборудования. Алгоритм нижнего уровня состоит в оптимизации объема реакционной массы, содержащейся во вспомогательных емкостях:

$$\forall i \in \{I\} \quad u_{ij}^{**} = \min_{\Delta\tau_{ij} \in \theta_j} \left\{ \max_t \left\{ u_{ij}(t, \Delta\tau_{ij}) \right\} \right\}, \quad (50)$$

$$\min_{\Delta\tau_{ij} \in \theta_j} \left\{ \max_t \left\{ u_{ij}(t, \Delta\tau_{ij}) \right\} \left(\min_t \left\{ u_{ij}(t, \Delta\tau_{ij}) \right\} \geq 0 \right\} \right. . \quad (51)$$

Определим $\Delta\tau_{ij} \in \theta_{ij}$, при которых $\min_t \left\{ u_{ij}(t, \Delta\tau_{ij}) \geq 0 \right\}$, методом дихотомии; примем $\Delta\tau_{ij} = \theta_{ij}$, где $\theta_{ij} = \tau_{ij}$, первоначальный интервал поиска $\left[t_{0ij}; t_{0ij} + \theta_{ij} \right]$. Если $u_{ij}(t, \Delta\tau_{ij}) > 0 \quad \forall t \in \left[t_{1ij}; t_{1ij} + \theta_{ij} \right]$, что определяется сканированием по t с шагом Δt, то примем $\Delta\tau_{ij} = \frac{\theta_{ij}}{2}$ и рассмотрим интервал $\left[t_{1ij}; t_{1ij} + \Delta\tau_{ij} \right]$. После того как определено $\Delta\tau_{ij}$, при котором $\exists t \quad u_{ij}(t) = 0$, определим максимум $u^*_{ij} = \max_{t \in \left[t_{0ij}; t_{0ij} + \Delta\tau_{ij} \right]} \left\{ u_{ij}(t) \right\}$ методом золотого сечения. Тогда объем U_j демпфирующей емкости должен удовлетворять условию:

$$\frac{u_{ij}^*}{\overline{\varphi}_{ij}} \leq U_j^* \leq \frac{u_{ij}^*}{\underline{\varphi}_{ij}}. \quad (52)$$

Примем

$$U_j^* = \max_i \left\{ \frac{u_{ij}^*}{\varphi_{ij}} \right\}; \quad U_j^{**} = U_{jk} \left| U_{jk} = \inf U_j^* \right. ,$$

то есть выберем из стандартного ряда аппарат объема, ближайшего большего к рассчитанному.

Заключение

Авторским коллективом обоснована организация производства ЛКМ, принципиально отличающаяся от традиционной, ориентированная на системы с перестраиваемой структурой и блочно-модульное оформление технологических процессов малотоннажных лакокрасочных производств. Разработана структурно-функциональная схема прототипа интегрированной экспертной системы, ориентированной на автоматизацию проектирования и оптимизацию режимов функционирования малотоннажных производств ЛКМ. Создано математическое и программное обеспечение расчетной подсистемы интегрированной экспертной системы, ориентированное на оптимизацию структуры и аппаратурного состава химико-технологических систем производства ЛКМ. Разработанный комплекс программ структурной и параметрической оптимизации реализован в экспертно-информационной системе для проектирования гибких производственных систем малотоннажных многоассортиментных лакокрасочных производств Paint Expert.

Выполняемый программный файл экспертной системы дополняется рядом «библиотек динамических ссылок», служащих для уменьшения объёма оперативной памяти ЭВМ, занимаемого программой в процессе выполнения, за счёт организации их динамического отображения в адресное пространство процесса и выгрузки из него по мере необходимости использования тех или иных функций. Программное обеспечение активно использует научный и проектный отдел, конструкторское бюро, машиностроительный завод, входящие в структуру НПО «Лакокраспокрытие» (г. Хотьково).

Список литературы

1. Клепиков Д.Н., Выголов Н.В., Ильиных Л.В. Приоритетные направления развития малотоннажной химии в Российской Федерации // Вестник химической промышленности. 2016. № 5. С. 18–22.

2. Богомолов Б.Б. Структурное моделирование химико-технологических процессов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 148 с.

3. Маладжанова Н.А., Богомолов Б.Б. Разработка экспертной системы выбора технологии переработки отходов химико-технологической системы // Успехи в химии и химической технологии. 2013. Т. 27. № 9. С. 84–89.

4. Мешалкин В.П. Экспертные системы в химической технологии. Основы теории, опыт разработки и применения. М.: Химия, 1995. 368 с.

5. Клименкова Л.А., Койфман О.И., Мешалкин В.П. Использование принципов искусственного интеллекта при создании систем управления химическими производствами // Химическая технология. 2004. Т. 5. № 1. С. 42–46.

6. Мищенко А.В., Пилюгина А.В. Динамическое моделирование управления научно-производственными системами // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Приборостроение. 2019. № 2. С. 56–75.

7. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. М.: Высшая школа, 1991. 403 с.

8. Богомолов Б.Б., Меньшиков В.В., Болдырев В.С., Аверина Ю.М., Зубарев А.М. Алгоритмизация проектного

расчета конвективно-радиационной сушки лакокрасочных покрытий // Теорет. основы хим. технологии. 2021. Т. 55. № 1. С. 76–86.

9. Болдырев В.С., Кузнецов С.В., Меньшиков В.В. Инновационное развитие малотоннажных научно-производственных предприятий лакокрасочной отрасли. М.: Пэйнт-Медиа, 2021. 184 с.

10. Болдырев В.С., Аверина Ю.М., Меньшиков В.В., Кузнецов С.В., Колыбанов К.Ю. Технологическо-организационный инжиниринг окрасочных производств // Теорет. основы хим. технологии. 2020. Т. 54. № 3. С. 299–303.

11. Богомолов Б.Б., Бирюков А.Л. Проектирование прикладных банков данных. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 52 с.

12. Зиятдинов Н.Н. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем // Теорет. основы хим. технологии. 2017. Т. 51. № 6. С. 613–617.

13. Ляхович Д.Г. Планирование и управление процессами промышленного предприятия: проблемы и организационно-технические решения // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. 2020. № 1. С. 81–93.

14. Богомолов Б.Б., Меньшиков В.В., Болотин Б.М., Болдырев В.С., Елистраткина В.О. Информационно-вычислительная система для проектирования и конструирования промышленных окрасочных линий // Лакокрасочные материалы и их применение. 2019. № 11. С. 27–35.

15. Мячин В.А., Штабельский В.А. Конструирование оборудования окрасочных цехов. М.: Машиностроение, 1989. 184 с.

УДК 681.5.015.23

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КООРДИНАТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

[1]Гагарина Л.Г., [2]Лебедев А.В.

[1]Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Москва, e-mail: gagar@bk.ru;
[2]АО «Ангстрем-Т», Москва

В статье авторы приводят теоретические попытки обосновать метод координатно-параметрического управления предприятием по производству интегральных схем. На сегодняшний день управление этими предприятиями происходит по отдельным технико-экономическим критериям подсистем предприятия, а не по совокупности технико-экономических критериев. Для решения данной проблемы авторы предлагают перейти от координатного (Винеровского) регулирующего управления к управлению координатно-параметрическому, адаптивному. При этом при переходе от классического координатного (Винерского) управления к координатно-параметрическому управлению возникают так называемые кроссированные объекты управления предприятием. Данные кроссированные объекты управления предприятием возникают из-за кроссировки самих подсистем управления предприятиями, т.е. образования между этими подсистемами кроссирующих (от англ. cross – скрещивающий, перекрестный) продольных и поперечных связей (критерий (феномен) координатной неуправляемости по Р. Калману объектов управления). Также в этом случае при антропогенно-социальном характере объектов управления возникает и проблема экономической безопасности предприятия по производству интегральных схем, поэтому целесообразно сначала верифицировать модель управляемого предприятия по производству интегральных схем, а потом перенести полученные результаты в реальный контур управления на само предприятие. Таким образом, актуальной является задача по разработке метода и системы двухконтурного, на основе модели, координатно-параметрического адаптивного управления предприятием по производству интегральных схем.

Ключевые слова: АСУ, АСУ ТП, координатно-параметрическое управление, критерий Р. Калмана

DEVELOPMENT OF THE METHOD COORDINATE-PARAMETRIC CONTROL AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM FOR PRODUCTION OF MICROELECTRONICS PRODUCTS

[1]Gagarina L.G., [2]Lebedev A.V.

[1]National Research University of electronic technology, Moscow, e-mail: gagar@bk.ru;
[2]SC Angstrem-T, Moscow

In the article, the authors give theoretical attempts to substantiate the method of coordinate-parametric control of the enterprise for the production of integrated circuits. To date, these enterprises are managed according to separate technical and economic criteria of enterprise subsystems, and not according to a set of technical and economic criteria. To solve this problem, the authors propose to switch from coordinate (Wiener) control to coordinate-parametric, adaptive control. At the same time, when moving from classical coordinate (Wiener) control to coordinate-parametric control, the so-called crossed enterprise control objects arise. These crossed enterprise control objects arise due to the crossover of the enterprise control subsystems themselves, i.e. the formation between these subsystems of cross (from English cross – crossing, cross) longitudinal and transverse connections (criterion (phenomenon) of coordinate unmanagement according to R. Kalman control objects.). Also, in this case, with the anthropogenic-social nature of the control objects, the problem of economic security of the integrated circuit manufacturing enterprise arises, therefore, it is advisable to first verify the model of the managed integrated circuit manufacturing enterprise, and then transfer the results to the real control loop to the enterprise itself. Thus, the task of developing a method and a system of two-circuit, model-based, coordinate-parametric adaptive control of an integrated circuit enterprise is relevant.

Keywords: ASC, Industrial control system, coordinate-parametric control, R. Kalman criterion

Промышленное предприятие по производству пластин с интегральными микросхемами является сложным технологически опасным производством, так как в процессе производства интегральных микросхем используется большое количество различных химических материалов (реактивов, газов), утечки которых при любом сбое производства могут привести к техногенной катастрофе.

В деятельности любого предприятия по изготовлению интегральных схем выделяют множество задач, требующих автоматизации. К таким общим задачам можно отнести: управление производственными ресурсами; управление процессом проектирования интегральных микросхем (ИС); управление качеством продукции (ОТК-1,2) и военная приемка (ОТК-5); планирование и контроль последовательности выполнения производственных (технологических) операций; управления измерениями интегральных схем и пластин; управление материальными и финансовыми ресурсами;

бизнес-планирование и бухгалтерский учет и другие задачи, требующие автоматизации. Для решения задач управления подсистемами промышленного предприятия по производству интегральных схем используются автоматизированные системы, такие как: АСУ производства (MEMS системы; системы управления инженерными и операторскими станциями и оборудованием, SCADA-системы); АСУ логистических систем (транспортировка продукции и материалов); АСУ складского учета; АСУ бухгалтерии и финансово-экономических служб.

На сегодняшний день происходит переход от управления предприятием по отдельным технико-экономическим критериям подсистем предприятий (случай АСУ/АСУП) [1] к управлению по совокупности технико-экономических критериев – т.е. управлением предприятием комплексно.

Разработка формализованного представления комплексного управления предприятием

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [2] определяет главную функцию АСУ П как комплексное управление производством для повышения выхода годных. Эту задачу с необходимостью можно представить в виде задачи нелинейного программирования [3]:

$$\left.\begin{aligned} P(I,W,C,S,K_{\text{пр}}) &= \max; \\ N(I,W,C,S,K_{\text{пр}}) &= N_{\text{зад}}; \\ O_{\text{пу}} = \frac{P}{I}(I,W,C,S,K_{\text{пр}},\cdots) &> 1 \end{aligned}\right| \qquad (1)$$

$$G_{21}\left[n_k, n; x_c^j y_{\text{п}}^j; \Delta_{\text{н}}^j, \Delta_{\text{в}}^j; f_j(x_j), \varphi_j(\Delta_j); j = 1 \div n_k\right] \le (G_{21})_{\text{зад}}. \qquad (2)$$

1. Целевые функции моделей управляемого предприятия и контроля производимых изделий: P (результирующее воздействие), N (количество произведенных изделий), $O_{\text{пу}}$ (показатель устойчивости) и G_{21} {риск заказчика [4] [вероятность (доля) пропускаемых к заказчику дефектных изделий].

2. Управляющие переменные модели:

а) координата I (инвестиции);

б) параметры W, C, S, $K_{\text{пр}}$ [коэффициент выхода годных изделий, цена, себестоимость, коэффициент спроса].

3. Управляющие переменные (параметры) аналитической модели контроля произведенных изделий: n_k и n (количество контролируемых и общее количество параметров изделия); x_{jc}, и $y_{jп}$ (сдаточная и производственная нормы контроля); $\Delta_{jн}$ и $\Delta_{jв}$ (нижнее и верхнее значения погрешностей Δ компараторов); $f_j(x_j)$ и φj (Δj) (плотности распределения контролируемых величин x_j и погрешностей Δ_j компараторов).

При этом необходимо учитывать риски заказчика [5] (G_{21}), которые можно определить с помощью следующей формулы:

$$G_{21} = \prod_{j=1}^{n_k}\left(p_j - \gamma_{12}^j + \gamma_{21}^j\right) - \prod_{j=1}^{n_k}\left(p_j - \gamma_{12}^j\right),$$

где n_k – число контролируемых параметров;

n – общее число параметров изделия;

γ_{12}^j и γ_{21}^j – риск изготовителя и заказчика по j-му параметру контроля изделия.

Разновидности рисков:	Выражение для рисков:
а) поставщика ϒ12 б) потребителя ϒ21 По нижней границе	$\int_{x_c}^{\frac{y_n-\Delta_h}{k}} f(x)dx \int_{\Delta_h}^{y_n-kx} \varphi(\Delta)d\Delta$
а) поставщика ϒ12 б) потребителя ϒ21 По верхней границе	$\int_{\left(\frac{y_n-\Delta_y}{k}\right)}^{x_c} f(x)dx \int_{y_n-kx}^{\Delta_y} \varphi(\Delta)d\Delta$

Получается более 100 управляющих переменных (аргументов) нелинейного программирования и необходимость (при определении риска G_{21}) многократного вычисления двойных интегралов

Таким образом, проблемная ситуация заключается в том, что управление предприятием производства изделий микроэлектроники с применением существующих АСУ/ АСУ ТП оказывается чрезвычайно сложным, так как в процессе отсутствуют аналитические модели управляемого предприятия и контроля производимых изделий. При этом если модель контроля производимых изделий (2) хотя и чрезвычайно сложна, но описана в литературе, то модель управляемого предприятия (1) вовсе отсутствует.

Целью данной работы является разрешение вышеописанной проблемной ситуации с помощью соответствующих методов и средств управления АСУ П, в частности метода координатно-параметрического управления, предложенного авторами и описываемого далее в тексте работы.

В выражении (1) наряду с управляющими координатами используются управляющие параметры. То есть происходит переход от управления предприятием по отдельным технико-экономическим критериям (случай АСУ ТП) к управлению предприятием по совокупности технико-экономических критериев.

Данный подход сопровождается операцией кроссирования подсистем предприятий, т.е. образования между ними кроссирующих (от англ. cross – скрещивающий, перекрестный) продольных и поперечных связей, и, соответственно, сопровождается образованием кроссированных объектов управления предприятия (рис. 1) [5].

Таким образом, образуются связи: основная – кроссируемая подсистема с подсистемами вспомогательными – кроссирующими.

При этом операция кроссирования сопровождается сохранением связей «продольных» и образованием новых связей – «поперечных». В результате отмечается превалирование числа выходных переменных кроссированного объекта над числом его входных переменных, назовем такое состояние кроссированного объекта свойством выходной мажоритарной мультиплицированности объектов управления.

Рассмотрим теперь блочную схему кроссированных объектов управления в системе обозначений теории многосвязного управления М.В. Меерова – М. Месаровича (рис. 2).

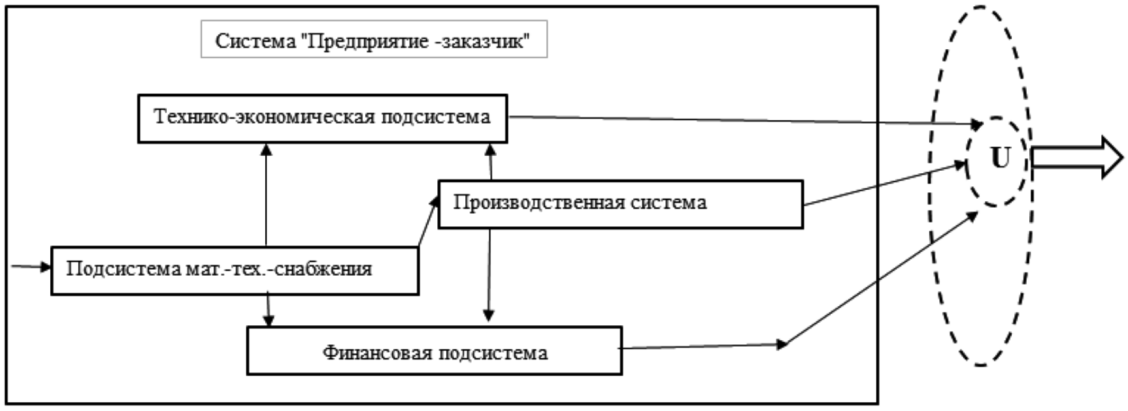


Рис. 1. Графическое отображение образования кроссированных объектов ERP-управления

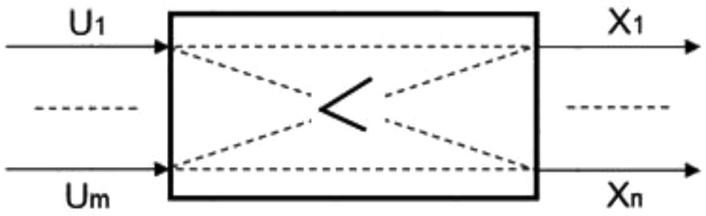


Рис. 2. Мажорирование (>) m входных переменных U n выходными переменными X

Порождаемое представленной кроссировкой объектов управления свойство выходной мажоритарной мультиплицированности объектов управления, в свою очередь, приводит эти объекты к координатной неуправляемости по Р. Калману [6]. Речь идет о неуправляемости именно координатной, а не параметрической, т.е. при обращении к управляющим параметрам координатно неуправляемых объектов они становятся уже управляемыми.

Это означает, что для управления предприятием по производству пластин с интегральными микросхемами возможности координатного (Винеровского) управления оказываются исчерпанными. Сложившаяся ситуация разрешается с помощью привлечения управляющих параметров наряду с имеющими место управляющими координатами, т.е. переходом от управления координатного к управлению координатно-параметрическому. Однако известные методы и системы координатно-параметрического (адаптивного) управления академика Б.Н. Петрова и профессора В.Ю. Рутковского для управления предприятием по производству пластин с интегральными неприменимы по следующим причинам:

1) техногенный характер известных методов и систем не учитывает проблемы безопасности управления: *в процессе производства пластин с интегральными микросхемами используются различные химические материалы, реактивы, газы, утечка (выброс) которых может негативно сказаться на состоянии природной среды (привести к техногенной катастрофе);*

2) управляющие воздействия являются параметрическими.

Выходом из сложившейся ситуации для управления предприятием по производству ИМЭ является использование метода координатно-параметрического управления на модели предприятия [7]: все воздействия на объект управления – предприятие, как ранее было показано из-за техногенного характера объекта, осуществляются на этой модели управления с последующей верификацией и переносом полученных результатов в реальный контур управления – на само предприятие.

Координатно-параметрическое управление предприятием производства изделий микроэлектроники

Рассмотрим процесс координатно-параметрического управления предприятия.

Функциональная схема двухконтурного управления предприятием представлена на рис. 3.

На основе представленной на рис. 3 функциональной схемы двухконтурного управления предприятием построим блочную замещающую модель объекта [8] координатно-параметрического управления (рис. 4). В данном случае модель, на которой выделены неявно содержащиеся в функциональной схеме, представленной на рис. 3, основные связующие компоненты описываемого ниже метода координатно-параметрического управления.

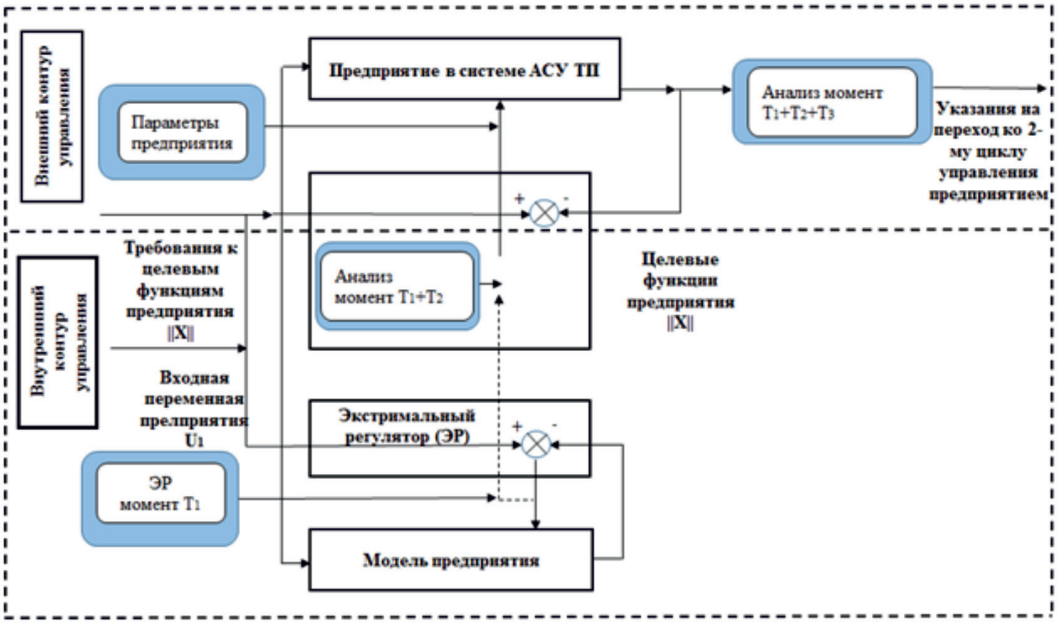


Рис. 3. Функциональная схема двухконтурной системы координатно-параметрического (адаптивного) управления предприятиями

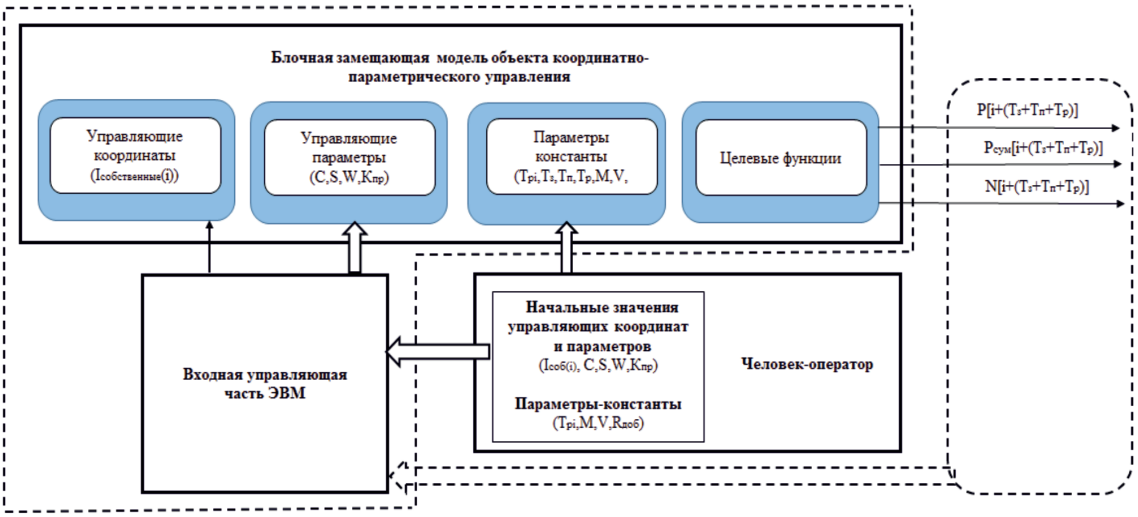


Рис. 4. Блочная модель объекта координатно-параметрического управления

На рис. 4 представлена блочная замещающая модель объекта координатно-параметрического управления.

Описываемый метод координатно-параметрического управления на технико-экономической модели [9] предприятия производства интегральных схем, представленный на рис. 4, может быть описан как:

1. Человек-оператор вводит в ЭВМ начальные условия управления:

а) средние значения и пределы изменения управляющих координат [собственные $I_{соб}$ (i) и заёмные $I_{кр}$ (i) инвестиции] [9] и параметров цена интегральных схем C, их себестоимость S, коэффициент выхода годных интегральных схем W и коэффициент их продажи (доля проданных) интегральных схем $K_{пр}$] системы;

б) значения параметров-констант системы (коэффициент распределения инвестиций по тактам T_{pi}, M – доля «материалов», V – доля переменных затрат на производство, ставка налога на добавленную стоимость на «материалы» $R_{доб}$; времена выполнения действий моделей стадий запуска $T_з$, изготовления ИС $T_п$ и реализации произведенных интегральных схем $T_р$).

2. ЭВМ осуществляет допустимые [в соответствии с условиями п. 1а)] изменения управляющих координат и параметров в n точках каждого из этих воздействий.

3. При этом допустимые изменения управляющих координат и параметров 1а) в ЭВМ продаются на соответствующие входы блочной замещающей модели объекта координатно-параметрического управления.

4. Полученные в результате компьютерного воздействия модели п. 3) значения целевых функций системы {результирующее воздействие P [i + (Tз + Tп + Tр)], суммарное воздействие P [i + (Tз + Tп + Tр)], выход годных интегральных схем N [i + (Tз + Tп)]} после верификации человеком-оператором, распечатываются.

При использовании данного метода управления появляются (возникают) интересные особенности управлением предприятия, влияющие на его финансовые показатели [10].

1. При уменьшении себестоимости изделий на 20 % при неизменной цене, суммарное воздействие, которое в денежной форме можно представить как доход предприятия ($P_д$), увенчивается на 15–17 %.

2. При увеличении цены на 20 % при неизменной себестоимости изделий суммарное воздействие, которое в денежной форме можно представить как доход предприятия, увеличивается на 8–10 %.

Опишем данные воздействия с помощью формулы:

$$P_д = N_0 WK(C - S),$$

где W – коэффициент выхода годных; K – общее число кристаллов на 1-й полупроводниковой пластине; N_0 – общее число произведенных полупроводниковых пластин с кристаллами (wafers with dies).

3. При увеличении входных инвестиций (управляющих координат) и увеличении выхода годных (управляющие параметры) суммарное (итоговое), которое в денежной форме можно представить как доход предприятия, увеличится на 5–7 %.

Таким образом, уменьшение себестоимости путем оптимизации затрат, материалов, накладных расходов во много раз эффективнее, чем увеличение цены изделия

и увеличение входных инвестиций [11]. Другим важным фактором, влияющим на суммарное воздействие, является повышение уровня выхода годных, благодаря которому сокращается количество материалов для изготовления изделий.

Заключение

На основе анализа существующих способов управления предприятиями производства по изготовлению интегральных схем предложено формализованное представление задачи комплексного управления предприятием с целью повышения выхода годных в условиях автоматизации производства и метод координатно-параметрического управления, предусматривающий использование внутреннего контура (технико-экономическая модель предприятия) и внешнего контура управления (передача полученных результатов лицу, принимающему решение (ЛПР)). ЛПР передаются результаты моделирования воздействий на технико-экономическую модель предприятия для переноса оптимальных воздействий во внешний контур – само предприятие.

Список литературы

1. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков: практикум. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. 155 с.

2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества.

3. Болиева И.А., Панкратов С.В. Модели формирования эффективной среды управления промышленным предприятием // «Молодой ученый». 2016. № 26 (130). С. 254–256.

4. Королькова Е.М. Риск-менеджмент: управление проектными рисками: учебное пособие для студентов экономических специальностей. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. 160 с.

5. Лопатина П.А. Управление производственной организацией на основе процессного подхода // Территория науки. 2017. № 1. С. 141–145.

6. Калман Р.Э., Фалиб П.Л., Арбиб М.А. Очерки по математической теории систем: Пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина. Предисл. Э.Л. Наппельбаума. Изд. 2-е, стереотип. М.: Едиториал УРСС, 2004. 400 с.

7. Бондаревский А.С., Лебедев А.В. О необходимости моделирования при параметрическом управлении // Современные наукоемкие технологии. 2011. № 2. С. 17–22.

8. Васильков Ю.В., Василькова Н.Н. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления. М.: Изд-во Инфра-Инженерия, 2020. 428 с.

9. Алпатов Ю.Н. Математическое моделирование производственных процессов. М.: Изд-во Лань, 2018. 158 с.

10. Брянцева Л.В., Макушникова Е.С. Теоретические основы эффективного управления развитием организации // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2014. № 1. С. 5–9.

11. Вешнева И.В., Мельников Л.А., Немцов А.И. Математическая модель управления функционирования малого предприятия // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. № 1. Т. 4. С. 121–128.

УДК 004.912

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ ELMO

Гиниятуллин В.М., Ермолаев Е.В., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А.

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

Появление нового образовательного стандарта (ФГОС), главным отличием которого от предыдущего стала ориентация на результаты обучения студентов, обеспечило диалог между образовательным учреждением и рынком труда, что позволило полученные студентами знания и навыки применять при построении карьеры. Однако переход на новый образовательный стандарт не обошелся без появления новых проблем. Одной из них является отсутствие конкретики и однозначного понимания состава формулировок компетенций и соответствующих им результатов обучения. В данной статье предложена методика оценки и анализа формулировок результатов обучения, основанная на предположении, что получаемые векторы этих формулировок являются ортогональными друг другу. Векторы были получены с помощью языковой модели ELMO и затем поданы на вход двум метрикам: евклидовому расстоянию и косинусной мере. Были отобраны как лучшие по расчету формулировки, так и худшие. По результатам анализа и сравнения было выявлено, что в лучших формулировках преимущественно используются разные слова, также они обладают малой длиной фраз. Худшие формулировки являются таковыми потому, что в них используются одинаковые слова и фразы. Была предложена рекомендация использовать в качестве порогового значения для евклидова расстояния 7, а для косинусной меры 0,6. Для получения представления о том, как работает модель ELMO, была предпринята попытка упрощения расчета за счет уменьшения размерности векторов. Упрощение позволило сделать следующий вывод: если векторы пересекаются в пиковых значениях, то они являются семантически близкими друг к другу, и наоборот.

Ключевые слова: федеральный государственный образовательный стандарт, компетенция, языковая модель, векторное представление, нейронная сеть

RESEARCH OF THE STRUCTURE AND CONTENT OF THE COMPETENCIES USING THE ELMO LANGUAGE MODEL

Giniyatullin V.M., Ermolaev E.V., Salikhova M.A., Khlybov A.V., Churilov D.A., Churilova E.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Edication «Ufa State Petroleum Technological University», Ufa, e-mail: fentazer@mail.ru

The emergence of a new educational standard (FSES), the main difference of which from the previous one was the focus on student learning outcomes, provided a dialogue between the educational institution and the labor market, which allowed the knowledge and skills acquired by students to be applied in building a career. However, the transition to a new educational standard was not without new problems. One of them is the lack of specificity and unambiguous understanding of the content of the formulations of competencies and the corresponding learning outcomes. This article proposes a methodology for assessment and analyzing the formulations of learning outcomes based on the assumption that the resulting vectors of these formulations are orthogonal to each other. These vectors were obtained using the ELMO language model and then fed into two metrics: Euclidean distance and cosine measure. Both the best formulations in terms of calculation and the worst were selected. According to the results of the analysis and comparison, it was revealed that in the best formulations, different words are mainly used, and they also have a short phrase length. The worst formulations are so because they use the same words and phrases. A recommendation was made to use 7 as the threshold value for the Euclidean distance and 0,6 for the cosine measure. To get an idea of how the ELMO model works an attempt was made to simplify the calculation by reducing the dimension of the vectors. Simplification made it possible to draw the following conclusion: if vectors intersect at peak values, then they are semantically close to each other, and vice versa.

Keywords: federal state educational standard, competencies, language model, vector representation, neural network

В 2011 году был утвержден Федеральный государственный образовательный стандарт третьего поколения (ФГОС) [1; 2]. Отличительной чертой нового стандарта стало акцентирование внимания на результатах, которых достигает студент в процессе обучения [3; 4]. Результаты выражаются в компетенциях (общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных), которые характеризуют выпускника не только с профессиональной точки зрения, но и как личность (получение в процессе обучения различных социально одобряемы ценностных установок, развитие коммуникативных навыков, стрессоустойчивости и т.д.). Таким образом требования рынка труда влияют на формирование образовательных программ для того, чтобы зна-

ния и навыки, полученные в университете, помогали в построении карьеры. Однако термин «компетенция» формализован расплывчато, что приводит к возникновению проблемы отсутствия однозначного понимания как состава и содержания компетенций, так и соответствующих им результатов обучения [5]. Из этого следуют конфликтные ситуации неоднозначности в толковании формулировок компетенций и результатов обучения студентов преподавателями, деканатами, учебной частью и другими подразделениями вуза.

В статье [6] была предложена методика оценки формулировок описаний критериев оценивания знаний студентов в рабочих программах учебных дисциплин. В результате использования данной методики формулировки оценок «2», «3», «4» и «5» преобразуются в векторное представление, после чего вычисляется семантическое расстояние между ними и проводится параболическая аппроксимация. В своем первоначальном виде она не может быть использована для формализации результатов обучения. Формулировки «знать», «уметь», «владеть» – понятия не числовые, следовательно, к ним не применимы отношения «больше/меньше», «порядок следования», «расстояние между» и т.д. Поэтому делается предположение, что получаемые векторы формулировок являются ортогональными друг другу.

В работе представлена методика оценки и анализа формулировок результатов обучения с помощью языковой модели ELMO. Были использованы рабочие программы учебных дисциплин для бакалавриата Уфимского государственного нефтяного технического университета (УГНТУ), Новосибирского государственного университета (НГУ) [7], Омского государственного педагогического университета (ОмГПУ) [8]. Часть рассмотренных формулировок компетенций не выдерживает критики, поэтому необходимо создать автоматизированный механизм поиска некорректных формулировок.

Используемая языковая модель и метрики

Трансформация исходного текста в вектор происходит с помощью языковой модели ELMO [9; 10]. В основе модели лежит двунаправленная нейронная сеть с долгой краткосрочной памятью (bidirectional LSTM). Благодаря ей значения векторного представления являются не фиксированными и зависящими от контекста. На выходе образуется вектор размерностью 1024.

Получаемые векторы подаются на вход двум метрикам: косинусной мере и евклидовому расстоянию. Косинусная мера является степенью близости (значения изменяются от 0 до 1, где 1 представляет максимальную близость), а евклидово расстояние – мерой расстояния (значения изменяются от 0 до ∞, при этом 0 является значением максимальной близости). Выбор только двух метрик основан на том, что большее их количество является избыточным, а использование только одной метрики может быть недостаточным [6].

Формула для расчета косинусной меры:

$$\text{cosine} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \overline{x_i}\,\overline{y_i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \overline{x_i^2}}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \overline{y_i^2}}}, \qquad (1)$$

где $\overline{x}$ и $\overline{y}$ – векторы, между которыми производится расчет семантического расстояния.

Евклидово расстояние рассчитывается следующим образом:

$$\text{euclidean} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (\overline{x_i} - \overline{y_i})^2}. \qquad (2)$$

Расчет семантического расстояния и анализ результатов

Расчеты проведены на 64 бакалаврских рабочих программах учебных дисциплин, основная часть – это рабочие программы Уфимского государственного нефтяного технического университета.

В качестве исходных данных выступают формулировки результатов обучения, между которыми вычисляется семантическое расстояние. Предполагается, что векторы формулировок «Знать», «Уметь», «Владеть» являются ортогональными друг другу, поэтому в идеальном случае значение евклидова расстояния стремится к бесконечности (максимально возможное значение), а косинусной меры – равно 0 (минимально возможное значение).

В ходе исследования был проведен расчет трех значений семантического расстояния для каждой компетенции (Знать-Уметь З-У, Знать-Владеть З-В, Уметь-Владеть У-В). Поскольку в идеальном случае евклидово расстояние стремится к ∞, а косинусная мера к 0, то были выбраны примеры с максимальным евклидовым расстоянием и минимальной косинусной мерой. В табл. 1 представлены формулировки компетенций и результатов вычисления евклидова расстояния и косинусной меры, которые являются лучшими с точки

зрения предложенного расчета (жирным шрифтом выделены максимальные значения евклидова расстояния и минимальные значения косинусной меры). Компетенции анализируются для «Дисциплины (вуз, профиль обучения)», «Кристаллография (УГНТУ, профиль «Геология»)». Здесь и далее ОПК – общепрофессиональные компетенции, ПК – профессиональные компетенции, ПКО – обязательные профессиональные компетенции.

Данные формулировки отличаются краткостью и преимущественным использованием различных слов.

В табл. 2 отобраны формулировки, которые являются худшими с точки зрения представленного расчета (формулировки компетенций приведены «как есть» из рабочих программ, вместе с грамматическими ошибками). Жирным шрифтом выделены минимальное евклидово расстояние и максимальная косинусная мера.

Таблица 1

Лучшие формулировки с точки зрения вычисления метрик

Шифр компетенции	Результат обучения	Евклидово расстояние	Косинусная мера
Кристаллография (УГНТУ, профиль «Геология»)			
ОПК-1	Знать: суть предмета кристаллографии и минералогии	10,0887 (З–У)	0,4940 (З–У)
	Уметь: собирать и анализировать геологическую информацию	10,7745 (З–В)	0,4025 (З–В)
	Владеть: мотивацией к выполнению профессиональных задач	**10,7309** (У–В)	**0,3101** (У–В)
Машиностроение (УГНТУ, профиль «Оборудование нефтегазопереработки»)			
ОПК-1	Знать: структуру машиностроительного производства	10,2244 (З–У)	0,5144 (З–У)
	Уметь: выполнять технологический контроль конструкторской документации	9,7041(З–В)	0,5226 (З–В)
	Владеть: методикой составления маршрута обработки	**10,6332** (У–В)	**0,4691** (У–В)
Экологическая геология (УГНТУ, профиль «Геология»)			
ПК-1	Знать: основные положения производственного экологического мониторинга нефтегазовых месторождений	9,1748 (З–У)	0,5496 (З–У)
	Уметь: грамотно анализировать последствия планируемого воздействия на окружающую геологическую среду и оценивать уровень риска и экологической опасности, возникающей в связи с ее нарушениями	9,1483 (З–В)	0,5421 (З–В)
	Владеть: аналитическими способностями в представлении масштабности и направленности работ по защите окружающей среды	**10,0183** (У–В)	**0,4649** (У–В)

Таблица 2

Худшие формулировки с точки зрения вычисления метрик

Шифр компетенции	Результат обучения	Евклидово расстояние	Косинусная мера
Живопись/колористика (УГНТУ, профиль «Архитектура»)			
ПК-9	Знать: Знать о представлении архитектурного замысла, идеи и проектного предложения, об изучении и разрабатывании, формализовании и транслировании их в ходе совместной деятельности средствами устной и письменной речи, макетирования, ручной и компьютерной графики, количественных оценок	3,8287 (З–У)	0,9046 (З–У)

Окончание табл. 2

Шифр компетенции	Результат обучения	Евклидово расстояние	Косинусная мера
	Уметь: Уметь грамотно представлять архитектурный замысел, передавать идеи и проектные предложения, изучать, разрабатывать, формализовать и транслировать их в ходе совместной деятельности средствами устной и письменной речи, макетирования, ручной и компьютерной графики, количественных оценок	3,7915 (З–В)	0,9082 (З–В)
	Владеть: Владеть способностью грамотно представлять архитектурный замысел, передавать идеи и проектные предложения, изучать, разрабатывать, формализовать и транслировать их в ходе совместной деятельности средствами устной и письменной речи, макетирования, ручной и компьютерной графики, количественных оценок	**1,4601** (У–В)	**0,9863** (У–В)
Теория автоматического управления (УГНТУ, профиль «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»)			
ПК-4	Знать: Особенности выбора технических средств, исходя из целей и задач управления	7,0236 (З–У)	0,7110 (З–У)
	Уметь: Обоснованно выбирать структуры и схемы регулирования и управления	**2,7882** (З–В)	**0,9533** (З–В)
	Владеть: Навыками выбора технических средств, исходя из целей и задач управления	7,1335 (У–В)	0,6995 (У–В)
Основы метрологии (УГНТУ, профиль «Автомобильные дороги»)			
ПК-11	Знать: Процедуру создания документации для создания и сертификации системы менеджмента качества в производственном подразделении	3,78 (З–У)	0,9191 (З–У)
	Уметь: Заполнять документацию для создания и сертификации системы менеджмента качества производственного подразделения	4,14 (З–В)	0,9018 (З–В)
	Владеть: Способностью заполнять документацию для создания и сертификации системы менеджмента качества производственного подразделения	**2,38** (У–В)	**0,9677** (У–В)

Очевидно, что «худшими» данные формулировки делает чрезмерное использование одних и тех же слов и фраз.

Анализ табл. 1 и 2, показал, что они не обладают достаточной полнотой (табл. 1 – из-за малой длины фраз, табл. 2 – из-за использования одних и тех же слов и фраз, что делает формулировки мало отличающимися друг от друга). В результате длительных дискуссий авторы пришли к мнению, что наиболее пригодными являются формулировки, для которых евклидово расстояние принимает значение около 7, а косинусная мера 0,6. В них хорошо сочетаются длина содержимого формулировок (достаточная полнота) и умеренное использование одинаковых слов и фраз, применение синонимов (табл. 3).

Результатом данной работы являются рассчитанные значения семантического расстояния по двум метрикам: косинусной мере и евклидову расстоянию. На вход этим метрикам подается числовой вектор размерности 1024, полученный с помощью модели ELMO. Модель схематически можно разделить на два блока:

1) символьный эмбеддинг (char embedding), получаемый с помощью сверточной нейронной сети (CNN) [9; 11];

2) двунаправленная нейронная сеть с долгой краткосрочной памятью (bidirectional LSTM) [9].

Для получения входного числового вектора двунаправленной нейронной сети из исходного текста используется сверточная нейронная сеть с макс пулингом (max pooling) [9]. Исходный текст разбивается на слова. Каждое слово затем делится на символы (буквы), и ему в соответствие ставится свой числовой вектор,

первоначальное приближение которого задается случайным образом [11; 12]. В результате получается вектор размерности 1024. На рис. 1 и 2 дано графическое представление значений выходов предпоследнего слоя нейронной сети, в виде гистограмм. Рис. 1 – лучшая формулировка, рис. 2 – худшая.

Таблица 3

Рекомендованные авторами формулировки

Шифр компетенции	Результат обучения	Евклидово расстояние	Косинусная мера
Инженерная геология и геокриология (НГУ, профиль «Геология»)			
ПК-1	Знать: основные понятия и термины из области инженерной геологии (ИГ) и геокриологии; закономерности формирования свойства грунтов различного генезиса, в том числе многолетнемерзлых; закономерности формирования криолитозоны; региональные ИГ и геокриологические особенности Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы	7,3429 (З–У)	0,6418 (З–У)
	Уметь: графически отображать гранулометрический состав дисперсных грунтов; проводить расчеты основных физико-механических свойств грунтов; выполнять построение ИГ разреза с выделением ИГ элементов	6,5748 (З–В)	0,7302 (З–В)
	Владеть: основными принципами ИГ и геокриологического районирования; основами рационального освоения геологической среды, включая криолизотоны; знаниями методов борьбы с негативными последствиями процессов, вызванных деятельностью человека	7,6692 (У–В)	0,61 (У–В)
Маркетинговые исследования и ситуационный анализ в образовании (ОмГПУ, профиль «Реклама и связи с общественностью в сфере образования»)			
ПКО-3	Знать: составляющие и последовательность маркетинговых исследований; способы организации прямого маркетинга и личных продаж; методы оценки эффективности применения маркетинговых коммуникаций; особенности маркетингового инструментария при планировании производства, мониторинга обратной связи	5,5771 (З–У)	0,8193 (З–У)
	Уметь: использовать основные маркетинговые инструменты в профессиональной деятельности, принимать участие в организации и выполнении профессиональных задач, связанных с применением маркетинговых коммуникаций при разработке и реализации коммуникационного продукта, проводить маркетинговый анализ собранных данных; дать оценку полученным результатам исследования	6,3821 (З–В)	0,7805 (З–В)
	Владеть: навыками маркетингового анализа; навыками составления плана маркетингового исследования и его проведения; современными технологиями сбора и анализа информации	6,8552 (У–В)	0,7337 (У–В)
Управление техносферной безопасностью (УГНТУ, профиль «Безопасность технологических процессов и производств»)			
ПК-11	Знать: о безопасности производственных помещений, состоянии строительных конструкций, зданий и оборудования в условиях техногенных аварий; принципы обеспечения устойчивости объектов в ЧС	7,8098 (З–У)	0,6670 (З–У)
	Уметь: ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения промышленной безопасности	7,4779 (З–В)	0,6613 (З–В)
	Владеть: способностью предлагать и обосновывать мероприятия по обеспечению безопасности на опасном производственном объекте	7,9414 (У–В)	0,6362 (У–В)

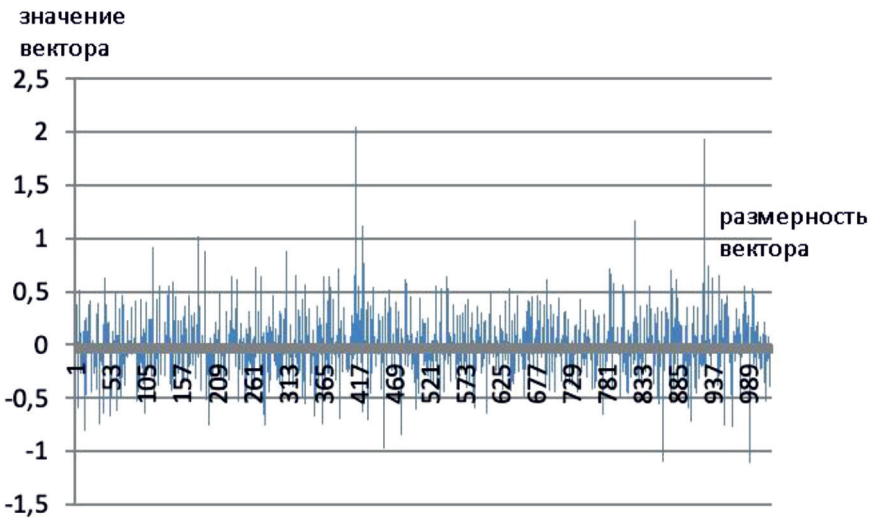


Рис. 1. Графическая иллюстрация вектора формулировки «Знать» компетенции ОПК-1 для дисциплины «Машиностроение», профиль «Геология»

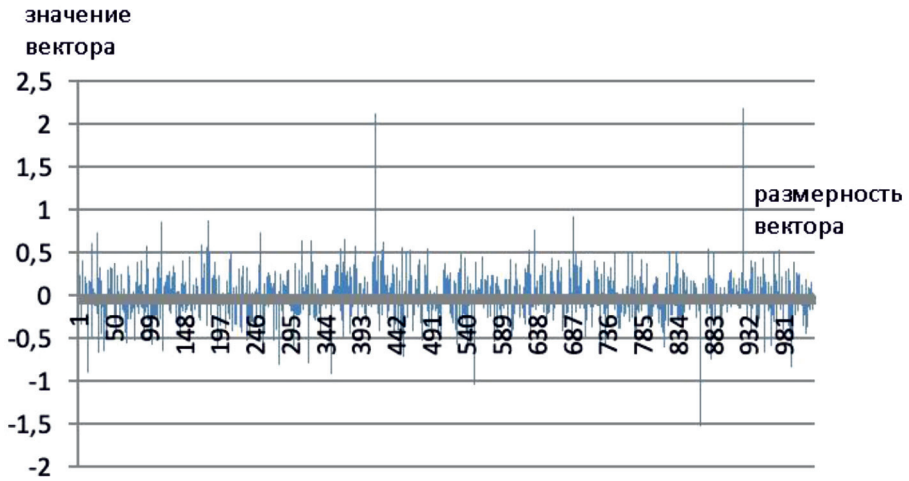


Рис. 2. Графическая иллюстрация вектора формулировки «Знать» компетенции ПК-4 для дисциплины «Теория автоматического управления», профиль «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»

Рис. 1 и 2 являются малоинформативными и не несут информации о различии между векторами «хороших» и «плохих» формулировок. Поскольку в модели ELMO используются случайным образом заданные начальные приближения, то теряется смысл в анализе векторов из-за невоспроизводимости получаемых результатов.

Для получения представления о том, как работает модель ELMO, была предпринята попытка упрощения расчета за счет уменьшения размерности векторов. Случайным образом трижды сгенерированы вектора «А», «В» и «С», размерностью в 21 индекс, первая треть которых символизирует результат обучения «знать», вторая «уметь», третья «владеть». В табл. 4 в векторах А жирным шрифтом выделены «пики» (максимальные, по модулю, значения), а на рис. 3 дано представление первого вектора А в виде гистограммы. Рис. 3, как и предполагалось, есть упрощенная версия рис. 1 и 2.

Предполагается, что пики вектора В преимущественно не пересекаются с пиками вектора А, а с вектором С пересекаются.

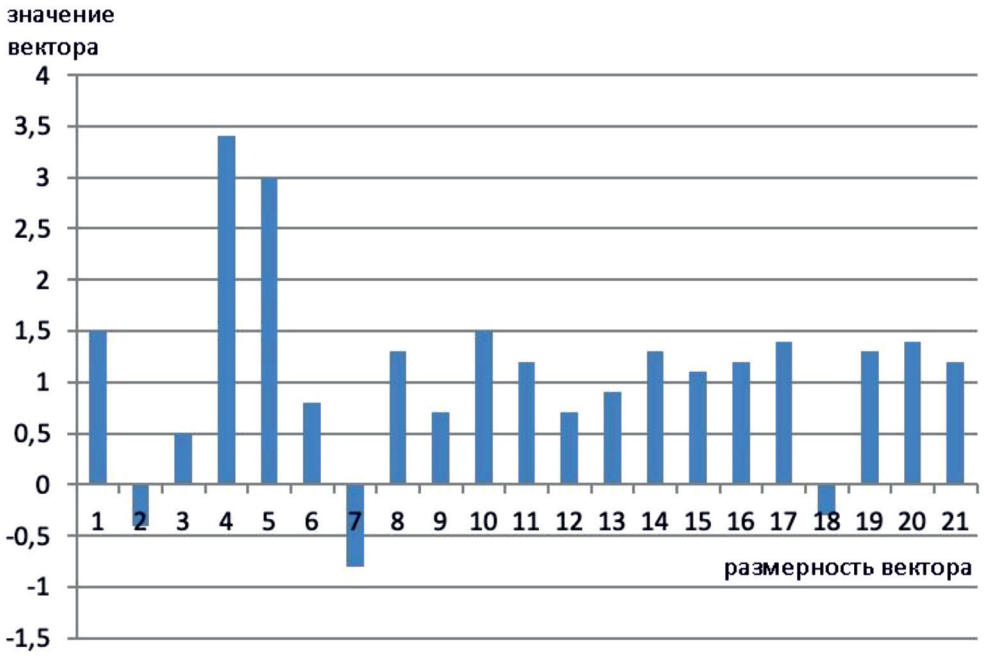


Рис. 3. Графическая иллюстрация вектора A

Таблица 4

Расчет метрик упрощенного вычисления

	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Знать	1,5	0,1	1	-0,2	1,1	0,9	-0,8	0,7	0,6
	-0,4	0,7	0,9	0	0,7	0,8	-0,2	0,5	1,1
	0,5	0,7	1,2	-0,7	0,6	1,4	-0,1	1,2	0,7
	3,4	0,2	1,9	0,2	0,3	2,5	**3,3**	0,7	3,3
	3	1,1	3,2	**1,6**	0,7	1,5	**2**	1	1,1
	0,8	0,8	-0,1	**-1**	0,5	-0,9	-0,5	1,5	-0,9
	-0,8	0,4	1,8	-0,7	0,8	-0,2	-0,1	1,5	-0,9
Уметь	1,3	0,9	0,4	0,8	-0,4	-0,6	1,1	1,3	-0,6
	0,7	0,9	0,2	0,8	1,3	0,4	1,2	1,5	1,6
	1,5	0,2	1,3	1,1	0,5	2,1	0,7	1,5	2
	1,2	1,5	0	1,4	0,3	2,2	0,7	1,4	0,8
	0,7	1,4	0,6	0,7	0,4	0,7	1,5	0,6	1
	0,9	0,8	1	1	1,2	1,5	0,7	0,8	0,9
	1,3	0,9	1,5	0,8	0,5	1,4	0,9	0,8	0,6
Владеть	1,1	-0,6	0,8	1,1	-0,1	0,9	0,7	-0,6	0,7
	1,2	-0,9	0,6	0,6	-0,4	1,5	0,7	0,6	1,2
	1,4	0,1	1	1,1	0,6	1,4	1,1	2	0,8
	-0,3	0,5	1,1	0,8	1,8	0,7	1,4	1,9	1,4
	1,3	0,3	1,4	1,1	0,4	1,2	0,6	-0,8	1,3
	1,4	0,3	1,2	1,5	-0,6	1,5	1,5	0,2	1
	1,2	-1	0,7	0,9	-0,7	1,5	1	-0,5	0,7
Евклидово расстояние		6,15	4,21		4,88	4,18		5,43	3,49
Косинусная мера		0,39	0,77		0,24	0,74		0,49	0,81

Из табл. 4 видно, что когда пики одного вектора находятся в пересекающихся областях с другим вектором, то они являются семантически близкими, и наоборот (евклидово расстояние пересекающихся в пиках векторов меньше, а косинусная мера больше, чем для непересекающихся векторов). Таким образом, предположение об ортогональности исследуемых векторов подтверждается.

Заключение

– Предложенная методика оценки формулировок результатов обучения студентов имеет практическую значимость и может быть использована как механизм поиска некорректных формулировок. Рекомендуется в качестве пороговых значений использовать следующие: евклидово расстояние около 7, косинусная мера примерно 0,6.

– Понятие «семантическая близость» можно понимать как «взаиморасположение объектов в n-мерном пространстве», следовательно, к ним могут быть применимы отношения «больше/меньше», «порядок следования», «расстояние между» и т.д.

Список литературы

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 12.01.2016 № 5 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (уровень бакалавриата)». [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru/71328468/ (дата обращения: 21.07.2021).

2. Положение об основных профессиональных образовательных программах высшего образования – программах бакалавриата, программах специалитета, программах магистратуры, реализуемых федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ), утв. Приказом по УГНТУ от 04.09.2017 № 570-4. [Электронный реурс]. URL: http://rusoil.net/files/2019-06/Polozhenie-ob-OPOP.pdf (дата обращения: 21.07.2021).

3. Щербакова Е.А. Система оценки уровня сформированности компетенций и результатов обучения // Учебный центр подготовки руководителей Высшей школы экономики. Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», 2014. 33 с.

4. Чучалин А.И. Образовательные стандарты ведущих российских вузов // Высшее образование в России. 2018. № 4. С. 14–25.

5. Мишин И.Н. Критическая оценка формирования перечня компетенций в ФГОС ВО 3++ // Высшее образование в России. 2018. № 4. С. 66–75.

6. Гиниятуллин В.М., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А. Оценка семантической близости между критериями оценивания в рабочих программах вуза // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 1. С. 12–19.

7. Рабочие программы дисциплин (бакалавриат). Новосибирский государственный университет. [Электронный ресурс]. URL: https://www.nsu.ru/n/geology-geophysics-department/students/rabochie-programma-distsiplin/ (дата обращения: 21.07.2021).

8. Информация по образовательным программам. Омский государственный педагогический университет. [Электронный ресурс]. URL: https://omgpu.ru/sveden/education3 (дата обращения: 21.07.2021).

9. Peters M.E., Neumann M., Iyyer M., Gardner M., Clark C., Lee K., Zettlemoyer L. Deep contextualized word representations. [Electronic resource]. 2018. URL: https://arxiv.org/abs/1802.05365 (date of access: 21.07.2021).

10. Pre-trained embeddings. ELMO on Russian WMT News. [Electronic resource]. URL: http://files.deeppavlov.ai/deeppavlov_data/elmo_ru-news_wmt11-16_1.5M_steps.tar.gz. (date of access: 21.07.2021).

11. Meraldo A. Word Embedding, Character Embedding and Contextual Embedding in BIDAF – an Illustrated Guide. [Electronic resource]. 2019. URL: https://towardsdatascience.com/the-definitive-guide-to-bidaf-part-2-word-embedding-character-embedding-and-contextual-c151fc4f05bb (date of access: 21.07.2021).

12. Prateek J. A Step-by-Step NLP Guide to Learn ELMO for Extracting Features from Text. [Electronic resource]. 2019. URL: https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/03/learn-to-use-elmo-to-extract-features-from-text/ (date of access: 21.07.2021).

УДК 004.9:687.1

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Добровольская Т.А.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, e-mail: dobtatiana74@mail.ru

В статье приведено описание прикладной программы, разработанной автором в графической среде AutoCAD с использованием встроенного языка программирования AutoLisp и позволяющей проводить построение комплексного показателя качества материалов для специальной одежды графоаналитическим методом. Рассмотрены основные этапы работы прикладной программы, особенности предлагаемого автором интерфейса. Для комплексной оценки качества используются показатели тканей, определяемые как экспериментальным путем, так и рассчитанные с помощью разработанного программного продукта. При построении комплексного показателя качества программа предлагает ввести наименование ткани, задать ее волокнистый состав, ввести значение показателей, перечень которых соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к материалам для специальной одежды. После задания всех необходимых исходных данных происходит вычисление характеристик строения ткани в автоматическом режиме, а также графическое построение комплексного показателя качества и его определение. Предложенный программный продукт позволяет осуществлять автоматизированный расчет комплексного показателя качества для различных видов материалов. Использование данного программного продукта в швейном производстве позволит автоматизировать проектирование изделий легкой промышленности на этапе конфекционирования, значительно ускорить процесс обоснованного выбора материалов для одежды с учетом предъявляемых к ней требований.

Ключевые слова: комплексный показатель качества, графическая среда AutoCAD, графоаналитический метод, прикладная программа, характеристики текстильных материалов

AUTOMATION OF A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF TEXTILE MATERIALS

Dobrovolskaya T.A.

Southwest State University, Kursk, e-mail: dobtatiana74@mail.ru

The article describes an application program developed by the author in the AutoCAD graphical environment using the built-in AutoLISP programming language and allowing to build a comprehensive indicator of the quality of materials for special clothing by a graphoanalytic method. The main stages of the application program, the features of the interface proposed by the author are considered. For a comprehensive quality assessment, tissue indicators are used, determined both experimentally and calculated using the developed software product. When constructing a complex quality indicator, the program suggests entering the name of the fabric, setting its fibrous composition, entering the value of indicators, the list of which meets the regulatory requirements for materials for special clothing. After installing all the necessary initial data, the characteristics of the fabric structure are automatically calculated, as well as the graphical construction of a complex quality indicator and its definition. The proposed software product allows you to automate the calculation of a complex quality indicator for various types of materials. The use of this software product in the clothing industry will allow automating the design of light industry products at the stage of manufacturing products, significantly speeding up the process of reasonable selection of materials for clothing, taking into account the requirements imposed on it.

Keywords: complex quality indicator, AutoCAD graphic environment, graphoanalytic method, application program, characteristics of textile materials

Развитие легкой промышленности требует постоянного расширения возможностей автоматизации технологических процессов данной отрасли. Производство одежды состоит из нескольких этапов, на которых решаются определенные технические задачи. В соответствии с этим каждому этапу должна соответствовать своя информационная технология. Наиболее автоматизированным является этап конструирования изделий легкой промышленности. Имеется достаточное количество как отечественных, так и зарубежных систем автоматизированного проектирования (САПР) одежды [1; 2]. В настоящее время ведутся разработки и в области автоматизации процессов проектирования ассортимента швейных изделий и прогнозирования свойств материалов [3–5]. Наименьшее внимание в области информатизации уделяется этапу конфекционирования материалов. От правильного обоснованного выбора материалов зависит дальнейшее качество конструкции изделия, его пошивочные, а также эксплуатационные свойства. При этом необходимо проводить комплексную оценку качества действующего ассортимента материалов, применяемого для изготовления соответствующих деталей изделия, или осуществлять проектирование и создание новых материалов для конкретного вида изделия. Усовершенствованный графоаналитический метод позволяет учитывать до 84 единичных

показателей материалов при определении комплексного показателя качества [6]. Эффективное применение данного метода возможно только при использовании компьютерных технологий для его реализации. Нюансы применения данного метода при комплексной оценке качества материалов требуют разработки уникального программного продукта.

Цель работы – разработка программной реализации автоматизированного определения комплексного показателя качества текстильных материалов графоаналитическим методом.

Материалы и методы исследования

Среди всех видов одежды для взрослого населения к специальной одежде предъявляются наиболее строгие требования, выполнение которых, в первую очередь, зависит от применяемых материалов. Поэтому выбору тканей для специальной одежды уделяется особое внимание. На основании проведенного анализа требований к спецодежде был сформирован перечень свойств материалов для комплексной оценки качества. Так, для определения обобщенного показателя включены параметры, определенные нормативно-технической документацией для тканей, используемых для изготовления специальной одежды [7]. Поскольку характеристики строения материалов оказывают существенное влияние на многие физико-механические свойства, то их также необходимо учитывать при вычислении комплексного показателя качества. Соответственно в прикладную программу должен быть включен расчет структурных характеристик тканей. В соответствии с составленным перечнем показателей для оценки качества был разработан алгоритм построения комплексного показателя ткани, представленный на рис. 1.

Проведенный анализ поэтапного решения поставленной задачи позволил определить набор исходных данных, их область допустимых значений. Условные обозначения исходных данных представлены в блоках «Исходные данные» и «Справочные данные» алгоритма. Наименование всех исходных показателей в соответствии с данными условными обозначениями представлено на рис. 2–5. Данный перечень обусловлен тем, что именно эти характеристики определяют соответствие материала требованиям нормативно-технической документации [7]. После ввода исходных и справочных данных производится расчет структурных характеристик в соответствии со стандартной методикой, изложенной в [8], по формулам, представленным в блоках 1–8 алгоритма (рис. 1). На завершающем этапе происходит определение комплексного показателя качества графоаналитическим методом (блок 9 алгоритма) следующим образом [6]:

1. Все введенные исходные данные и полученные в результате вычисления в соответствии с алгоритмом для каждого вида ткани формируются в одномерные массивы: $M1 = (M_s, T_o, T_y, ...P_{p.o}, P_{p.y.}..)$, M2, M3...Mn.

2. Определение максимального значения показателей по каждой ткани: $Mx_1 = Max (M1 = M_s, T_o, T_y, ...P_{p.o}, P_{p.y.}..)$, Mx_2, Mx_3... Mx_n.

3. Определение максимального значения среди всех показателей $Mx = Max (Mx_1, Mx_2, Mx_3, ..., Mx_n)$.

4. Определение масштабного коэффициента для каждого вида ткани: $k1 = Mx/ Mx_1$, $k2 = Mx/ Mx_2$, $k3 = Mx/ Mx_3$, ... $kn = Mx/ Mx_n$.

5. Вычисление единичных показателей для построения графика. Умножение каждого элемента вектора показателей тканей на масштабный коэффициент: $T1 = M1_i \times k1_i$, $T2 = M2_i \times k2_i$, $T3 = M3_i \times k3_i$,..., $Tn = Mn_i \times kn_i$.

6. Вычисление угла расположения осей графика относительно друг друга в зависимости от количества параметров n: $\varphi = 360/n$.

7. Нанесение единичных показателей T1, T2, T3, ..., Tn на соответствующую ось и их соединение прямыми линиями. Площадь полученной фигуры и является характеристикой комплексного показателя качества.

На основании разработанного алгоритма для автоматизации вычисления характеристик строения ткани и проведения комплексной оценки качества авторами была создана прикладная программа в графической среде AutoCAD на языке программирования AutoLISP [9].

Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения оценки качества с использованием компьютерных технологий было исследовано 25 образцов тканей для специальной одежды. В результате получены экспериментальные характеристики, определенные алгоритмом информационной структуры, представленным на рис. 1. Показатели материалов определялись в соответствии со стандартными методиками [8]. Построение комплексного показателя качества в разработанной прикладной программе осуществляется в несколько этапов.

1 этап – ввод данных. После запуска программы появляется диалоговое окно, представленное на рис. 2, в которое пользователь вводит наименование ткани либо может выбрать из имеющегося списка.

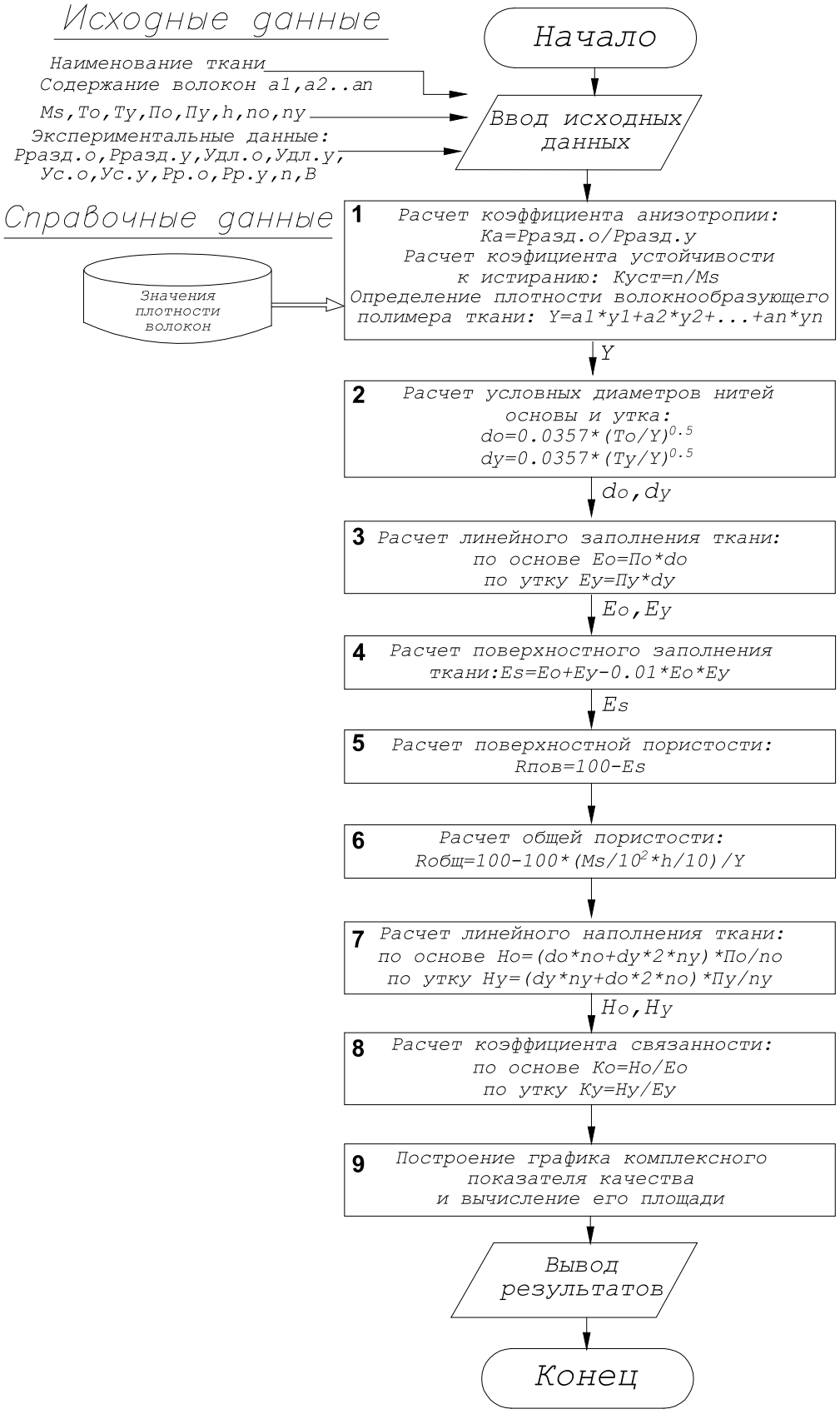


Рис. 1. Алгоритм определения комплексного показателя качества

После этого необходимо ввести характеристики ткани, наименование и условное обозначение, используемое при построении комплексного показателя качества, которые представлены в диалоговом окне на рис. 3.

Далее программа предлагает выбрать волокнистый состав материала с помощью диалогового окна, представленного на рис. 4.

В программу внесены все виды волокон, рекомендуемые нормативной документацией для изготовления тканей для специальной одежды [7]. Также в этом окне автоматически подгружаются из справочной базы программы значения плотности вещества волокон. В дальнейшем в программе происходит вычисление средневзвешенного значения плотности волокнообразующего полимера ткани с учетом процентного вложения различных волокон (блок 1 алгоритма). Введенные данные используются для расчета характеристик строения ткани и содержатся, как правило, в техническом паспорте ткани.

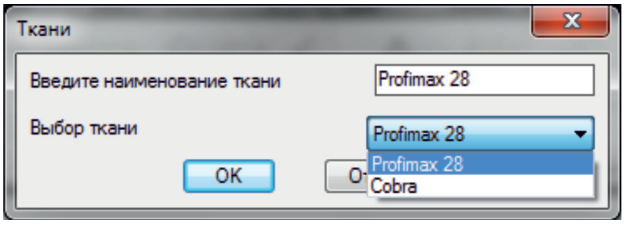


Рис. 2. Диалоговое окно ввода наименования ткани

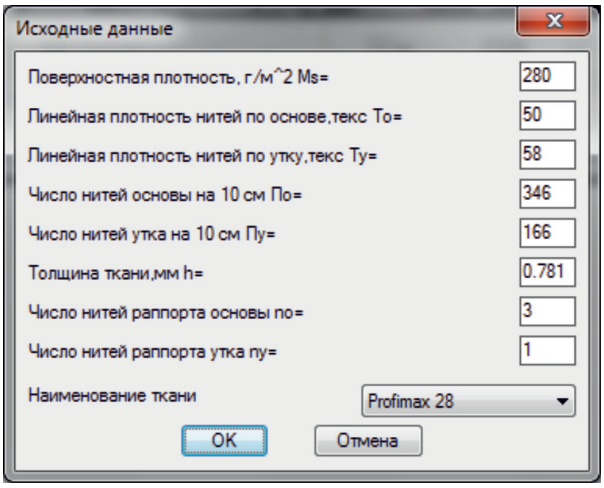


Рис. 3. Диалоговое окно ввода характеристик ткани

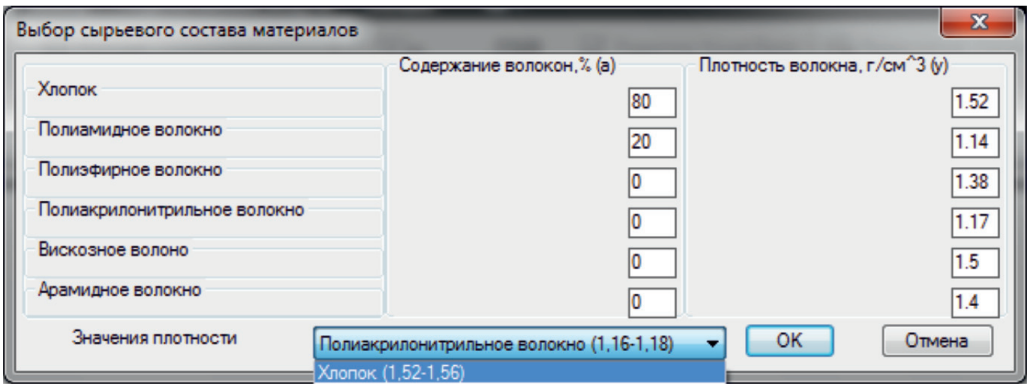


Рис. 4. Диалоговое окно ввода волокнистого состава ткани

Для максимального учета показателей материалов, используемых для производства специальной одежды, в программе предусмотрен ввод данных, определяемых экспериментальным путем, требования к которым установлены нормативной документацией [7]. Перечень и условные обозначения вышеуказанных показателей представлены в диалоговом окне на рис. 5.

2 этап – вычисление характеристик строения ткани. Данный расчет производится в прикладной программе в автоматическом режиме на основании алгоритма, представленного на рисунке 1. Анализ полученных показателей позволит установить влияние структуры материала на увеличение или уменьшение комплексного показателя качества, что имеет важное значение при проектировании специальной одежды с заданными требованиями.

3 этап. На основе веденных показателей ткани, а также вычисленных в программе характеристик происходит графическое построение комплексного показателя качества (рис. 6) и автоматическое вычисление площади соответствующих графиков. При этом в окончательном результате может использоваться не весь перечень характеристик, предусмотренных прикладной программой, а только его часть с учетом возможности их определения экспериментальным путем.

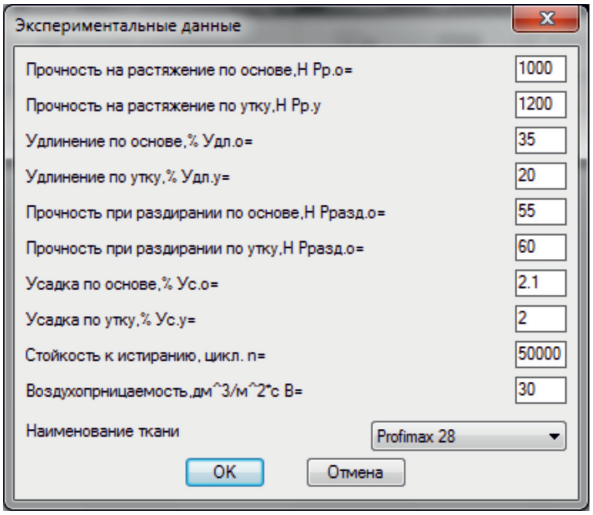


Рис. 5. Диалоговое окно ввода экспериментальных данных ткани

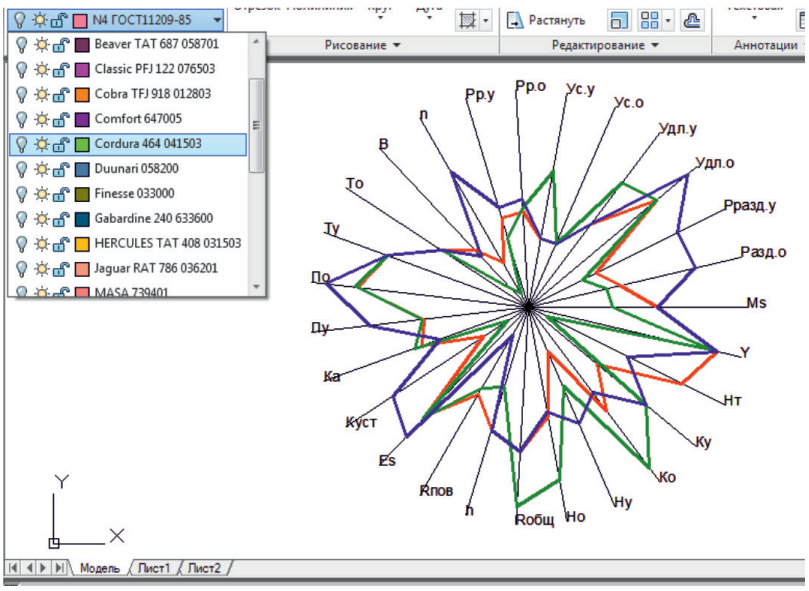


Рис. 6. Комплексная оценка качества графоаналитическим методом

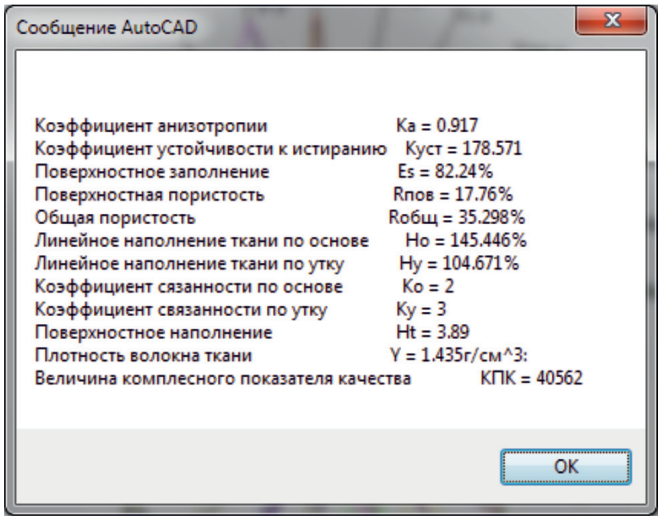


Рис. 7. Окно вывода результатов

Для каждого вида ткани, исследуемой с помощью разработанной прикладной программы, графическая оценка производится в отдельном слое с присвоением ему отдельного цвета и имени, соответствующего наименованию материала.

4 этап – вывод результатов. На заключительном этапе работы программы выводится окно (рис. 7), в котором представлены вычисленные в программе характеристики строения ткани, а также значение комплексного показателя качества.

Определение комплексного показателя качества в предложенной прикладной программе может производиться для неограниченного количества материалов. При этом каждый график для соответствующего вида ткани расположен в отдельном слое, который при необходимости детального изучения и сравнения с другими образцами можно отключать, тем самым наглядно оценить каждый в отдельности показатель ткани.

Сравнение комплексных показателей качества, полученных в прикладной программе графоаналитическим методом, позволяет оперативно выбрать ткань с наилучшим сочетанием всех исследуемых показателей с учетом конкретных требований, предъявляемых к проектируемому изделию специального назначения.

Выводы

Таким образом, в работе предложен подход к проведению обоснованного выбора материалов для изготовления специальной одежды на основе комплексной оценки качества с применением информационных технологий.

Разработанная авторами прикладная программа автоматизированного определения комплексного показателя качества позволяет как производить необходимые расчеты для эффективного подбора материалов и построения комплексного показателя качества, так и систематизированно хранить информацию о различном ассортименте материалов, что значительно расширяет ее функциональное применение.

Список литературы

1. Тошева Г.Д., Кенжаев Н.И. Совершенствование процесса проектирования одежды на основе компьютерных технологий // Молодой ученый. 2016. № 2 (106). С. 245–247.

2. Подшивалова А.В., Королева Л.А., Панюшкина О.В., Бушко Д.А., Пашин С.С. Разработка функциональной модели интегрированной САПР одежды с целью реализации процесса принятия технологических решений // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. С. 3378–3383.

3. Гаджибекова И.А., Тагирова Ф.В. Применение информационных технологий при разработке ассортимента производственной одежды // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 3 (381). С. 141–145.

4. Замышляева В.В., Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Ершов В.Н. Применение информационных технологий для прогнозирования эксплуатационных свойств дублированных пакетов одежды из льняных тканей // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 3 (381). С. 146–149.

5. Добровольская Т.А. Применение прикладных информационных технологий при исследовании характеристик материалов и изделий легкой промышленности // Костюмология. 2020. № 1. [Электронный ресурс]. URL: https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL120.pdf (дата обращения: 07.08.2021).

6. Жихарев А.П. Теоретические основы и экспериментальные методы исследований для оценки качества материалов при силовых, температурных и влажностных воздействиях: монография. М.: МГУДТ, 2003. 326 с.

7. ГОСТ Р 57877–2017. Ткани для специальной одежды. Общие технические условия. Стандартинформ, 2017. 12 с.

8. Тихонова В.П., Рахматуллина Г.Р., Низамова Д.К. Материаловедение изделий легкой промышленности. Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. 132 с.

9. Пакулин В.Н. Программирование в AutoCAD. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 472 с.

УДК 004.75:004.896

ТРАССИРОВКА ЛУЧЕЙ НА РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Ерёмин О.Ю., Степанова М.В., Пролетарский А.В.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, e-mail: ereminou@bmstu.ru, stepanova@bmstu.ru, pav@bmstu.ru

В работе представлено решение, позволяющее реализовать алгоритм трассировки лучей для получения изображений трехмерных объектов с использованием распределенной вычислительной системы на основе объектов Интернета вещей. На сегодняшний день вычислительные возможности встраиваемых систем, в том числе на основе объектов Интернета вещей, превышают таковые для классических параллельных и распределенных систем. Использование машинного обучения с подкреплением позволяет построить распределенную вычислительную систему на основе объектов Интернета вещей, таким образом, задействовать неиспользуемые или малоиспользуемые вычислительные мощности, что определяет актуальность данной работы. В качестве демонстрации функционирования такой системы рассмотрен алгоритм трассировки лучей, который имеет высокую степень распараллеливания, когда одна большая вычислительная задача может быть разделена на ряд независимых заданий, которые могут быть выполнены на ненадежных вычислительных узлах, реализованных на основе объектов Интернета вещей. Для проведения эксперимента был разработан стенд, на котором была продемонстрирована возможность использования объектов Интернета вещей для построения распределенной вычислительной системы, а также проведена оценка выполнения задачи трассировки лучей: общее время выполнения задачи в зависимости от количества вычислительных узлов, время выполнения одного задания при разном количестве вычислительных узлов, время выполнения задачи при фиксированном количестве вычислительных узлов в зависимости от размера формируемого изображения. Результаты экспериментов показали, что распределенная вычислительная система на основе объектов Интернета вещей демонстрирует показатели производительности, аналогичные классическим распределенным и параллельным системам.

Ключевые слова: интернет вещей, трассировка лучей, распределенная вычислительная система, параллельные системы, обучение с подкреплением

RAY TRACING ON A DISTRIBUTED COMPUTER SYSTEM BASED ON OBJECTS OF THE INTERNET OF THINGS

Eremin O.Yu., Stepanova M.V., Proletarskiy A.V.

Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow, e-mail: ereminou@bmstu.ru, stepanova@bmstu.ru, pav@bmstu.ru

The paper presents a solution that allows to implementation of a ray tracing algorithm for constructing three-dimensional objects using a distributed computing system based on Internet of Things objects. At present, the computing capabilities of embedded systems, including those based on Internet of Things objects, exceed those for classical parallel and distributed systems. The application of machine learning with reinforcement allows building a distributed computing system based on objects of the Internet of Things, thus, exploiting unused or underutilized computing power, which determines the actuality of this work. Ray tracing algorithm is considered as a demonstration of the functioning of such a system, which has a high degree of parallelization when one large computational task can be divided into a number of independent tasks that can be performed on unreliable computational nodes implemented based on objects of the Internet of Things. For the experiment, a stand was developed, which demonstrated the possibility of using objects of the Internet of Things to build a distributed computing system, and also assessed the performance of the ray tracing task: the total time to complete the task depending on the number of computing nodes, the time to complete one task with a different number of computing nodes, the task execution time for a fixed number of computational nodes depending on the size of the generated image. The results of the experiments demonstrated that the distributed computing system based on Internet of Things objects demonstrates performance indicators equivalent to classical distributed and parallel systems.

Keywords: internet of things, ray tracing, distributed computing system, parallel systems, reinforcement learning

Задача формирования изображений (визуализации) на основе трехмерной модели является одной из важнейших проблем в области компьютерной графики, компьютерной анимации и в системах автоматизированной подготовки производств (САПР). На сегодняшний день существует множество алгоритмов визуализации, которые основаны на различных подходах к получению результирующего изображения, которые можно разделить на следующие группы:

– проецирование (сюда относится алгоритм растеризации);

– трассировка (прямая и обратная трассировка лучей, трассировка пути).

В первой группе алгоритмов осуществляется проецирование объектов сцены на экран наблюдения; во второй группе алгоритмов используются различные подходы

проведения отдельных лучей между сценой и экраном, на котором формируется изображение. Но в каждом из механизмов получения изображений используется физическая модель сцены и физическая модель луча, поэтому каждый из этих методов требует существенных вычислительных ресурсов для своей работы.

Специализированные вычислительные системы позволяют решить задачу визуализации изображений за приемлемое время и обладают существенными преимуществами перед вычислительными системами общего назначения. Подобные системы могут строиться на принципах параллелизма и повышения степени специализации вычислительных узлов для решения именно задач обработки изображений. Графические процессоры позволяют за счет более простой структуры осуществлять параллельную обработку большого количество элементов изображений, в частности для компьютерных игр, где преобразование осуществляется в режиме реального времени. Во многих областях нет требования к получению итогового изображения в режиме реального времени (например, в анимации или САПР); в таких случаях могут использоваться многоядерные процессоры, а также распределенные системы.

В настоящее время большинство вычислительных ресурсов сосредоточено во встраиваемых системах, к которым можно отнести также объекты Интернета вещей (ИВ, IoT – Internet of Things), представляющие собой множество вычислительных узлов гетерогенной структуры.

Спецификой вычислительной системы на основе ИВ (Интернета вещей) является:

– гетерогенность узлов, высокое разнообразие технологического стека;

– использование беспроводных сетей;

– наличие нескольких режимов работы у встроенного микропроцессора.

В работах [1–3] продемонстрирована возможность построения вычислительной системы на основе объектов ИВ.

В данной работе приводится подход по реализации алгоритма трассировки лучей для получения изображений по модели сцены. Данный подход реализован с использованием распределенной вычислительной системы на основе объектов ИВ.

Материалы и методы исследования

1. Трассировка лучей

В основе трассировки лучей (Ray tracing) лежит идея отслеживания взаимодействия отдельных лучей с поверхностями объектов [4]. Сами объекты и лучи описываются в виде математических моделей. Наборы моделей объектов, изображения которых необходимо получить, формируют собой сцену. Отраженное освещение от объектов сцены проходит к точке обзора (камера), где расположен наблюдатель. Наблюдатель не может видеть всей сцены, а только её часть, которая видна в так называемое окно просмотра (viewport). Камера (наблюдатель), окно просмотра и сцена являются элементами схемы трассировки лучей.

Элементы схемы трассировки лучей показаны на рис. 1.

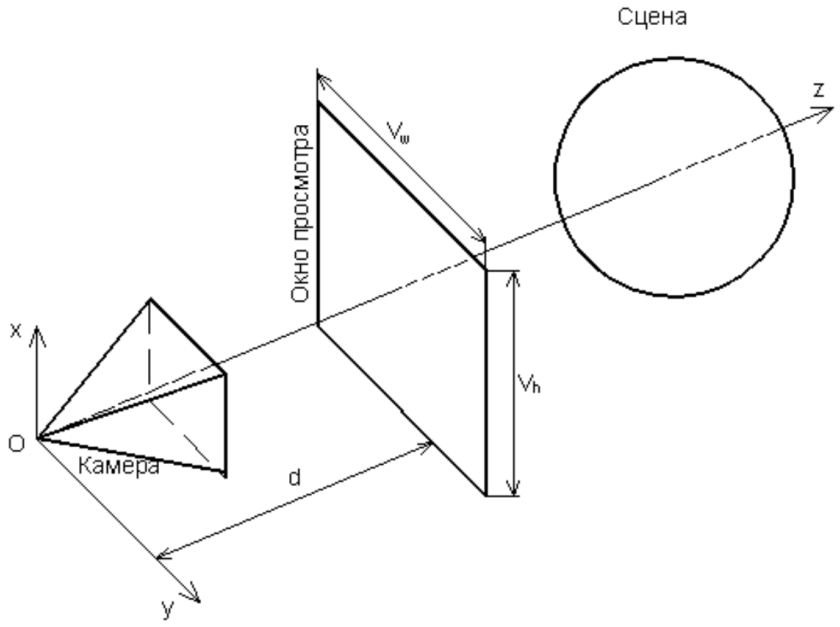


Рис. 1. Элементы схемы трассировки лучей

Существует несколько подходов к трассировке лучей:

– прямая трассировка, когда рассматривается луч, идущий от объектов сцены до камеры;

– обратная, когда рассматривается луч, идущий от камеры к объекту сцены.

В первом случае возможна более глубокая проработка изображения, так как позволяет проработать взаимное влияние лучей друг на друга (например, отраженный от одного объекта сцены, свет влияет на освещение других объектов сцены), даже если в итоге не все лучи попадают в камеру. Данный подход требует больших вычислительных затрат.

Второй подход требует меньше вычислений: так, отслеживаются только лучи, которые попадают в камеру. Необходимо отметить, что при обратной трассировке луча также можно учитывать влияние лучей друг на друга, но при этом можно задавать степень влияния лучей друг на друга, в результате чего получаемые изображения могут иметь различную степень «реалистичности».

Для реализации алгоритма обратной трассировки лучей использована схема, показанная на рис. 1. На схеме имеются следующие допущения:

– положение камеры фиксировано в начале координат – точка $O(O_x, O_y, O_z) = O(0, 0, 0)$;

– ориентация камеры фиксирована вдоль оси Oz;

– окно просмотра расположено перпендикулярно оси ориентации камеры и расположено на расстоянии d от камеры;

– окно просмотра имеет размеры Vw и Vh, а его стороны параллельны осям Ox и Oy.

Область видимости (field of view) определяется размером окна просмотра и расстоянием до камеры. Холст изображения сопоставляется с окном просмотра. Сам холст состоит из элементов изображений – пикселов (pixel – picture element), размер холста в пикселах определяет разрешение получаемого изображения. На окно просмотра наносится сетка, ячейки которой ставятся в соответствие с каждым элементом изображения.

Таким образом, можно описать алгоритм получения изображения трехмерного объекта в общем виде:

Шаг 0. Начало алгоритма.

Шаг 1. Разместить камеру и окно просмотра в необходимых местах.

Шаг 2. Для каждого пиксела холста выполнить:

Шаг 2.1. Определить квадрат сетки окна просмотра, который соответствует данному пикселу.

Шаг 2.2. Определить цвет, который виден через квадрат сетки.

Шаг 2.3. Закрасить пиксел полученным цветом.

Шаг 3. Конец алгоритма.

Как видно из алгоритма, каждый пиксел не зависит от других пикселов, подобная задача имеет высокую степень распараллеливания и может быть решена на распределенной вычислительной системе.

2. Распределенная вычислительная система на основе объектов Интернета вещей

Задача по трассировке лучей заключается в распределении заданий по узлам распределенной вычислительной системы. В роли такой системы может выступать распределенная система на основе объектов ИВ, вычислительный процесс в которой реализован на основе машинного обучения с подкреплением [5], в частности на основе алгоритма многорукого бандита.

Рис. 2. Схема взаимодействия агента и окружающей среды

Структура вычислительной системы на основе объектов ИВ может быть представлена взаимодействием агента и окружающей среды (рис. 2). В качестве среды в данной инфраструктуре выступают вычислительные узлы, построенные на основе объектов ИВ. Характеристики окружающей среды определяются числом вычислительных узлов и их характеристиками (пропускная способность линий связи, частота и режим работы процессора, объем памяти и т.п.).

В качестве агента выступает реализуемый на центральном управляющем узле распределительный узел, который выполняет разделение исходного алгоритма на относительно независимые задания, которые будут затем отправлены на вычислительные узлы. Несмотря на то, что спецификой распределенной вычислительной системы на основе объектов ИВ является невозможность определения текущего состояния каждого вычислительного узла, распределяющему узлу не требуется строить модель окружающей среды, поскольку он принимает решения на основании реакций (воз-

награждений), получаемых от окружающей среды, а также на основании предпринятых ранее действий.

Особенностью алгоритма распределения заданий по вычислительным узлам является его реализация на основе машинного обучения с подкреплением, то есть агент самостоятельно определяет стратегию своего поведения в зависимости от состояния окружающей среды и постоянно адаптируется к ее изменениям.

В алгоритме распределения заданий можно выделить два режима работы:

– режим исследования (exploration), когда алгоритм «пробует» новые действия;

– режим использования (exploitation), когда алгоритм выполняет только те действия, которые могут дать максимальный результат на текущем шаге.

Баланс между режимами исследования и использования определяется параметром ε, где при значении параметра, равном 0, агент не пытается выполнять новые действия, а выполняет только действия, дающие наибольшее вознаграждение (так называемая жадная стратегия). Если параметр равен 1, то алгоритм на каждом этапе случайным образом выбирает новое действие.

Таким образом, можно сформулировать алгоритм решения задачи по трассировке лучей по вычислительным узлам:

Шаг. 0. Начало алгоритма. Распределяющий узел получает характеристики сцены (модели трехмерных объектов), камеры, окна просмотра.

Шаг 1. Задача разбивается на последовательность заданий (окно просмотра разбивается на сетку и каждая её ячейка сопоставляется с пикселом холста).

Шаг 2. Распределяющий узел оценивает состояние вычислительных узлов: определяется вероятность (готовность) каждого вычислительного узла для принятия задания.

Шаг 3. Распределяющий узел в соответствии со значениями вероятностей назначает задания вычислительным узлам, которые дадут максимальное вознаграждение.

Шаг 4. Распределяющий узел отправляет задания на вычислительные узлы.

Шаг 5. Вычислительные узлы выполняют задания и отправляют результаты на распределительный узел, который пересчитывает значения вознаграждения для каждого из вычислительных узлов.

Шаг 6. Если есть еще вычислительные задания, то переход на Шаг 3, иначе – переход на Шаг 7.

Шаг 7. Конец алгоритма.

В соответствие с [1–3] при времени работы алгоритма, стремящемуся к бесконечности, будет получен результат близкий к оптимальному, то есть агент выработает такое поведение с переменчивой средой, что распределенная вычислительная система на основе объектов ИВ не будет иметь отличий от обычной классической параллельной вычислительной системы.

3. Алгоритм трассировки лучей для распределенной системы

Рассмотрим подробнее Шаг 2 алгоритма получения изображения. Также будут использованы указанные ранее допущения на размещение камеры, окна просмотра и их параметров, также для простоты не будет учитываться модель освещения сцены. В качестве сцены будет рассмотрена модель одного объекта – сфера.

Пусть C_x и C_y – координаты пиксела на холсте, тогда переход от координат холста к координатам точки пространства $V = (V_x, V_y, V_z)$ будет определяться следующими уравнениями:

$$\begin{cases} V_x = C_x \dfrac{V_w}{C_w}, \\ V_y = C_y \dfrac{V_h}{C_h}, \\ V_z = d, \end{cases} \quad (1)$$

где C_w – ширина холста, C_h – высота холста.

Луч, исходящий от камеры (начала координат), может быть описан следующим параметрическим уравнением:

$$P = O + t(V - O), \quad (2)$$

где $t \in \mathbb{R}$ – некоторое произвольное число, а P – произвольная точка луча.

Лучи, направленные от камеры, проходят через экран и окно наблюдения, пока не столкнутся со сферой, описанной следующим уравнением:

$$|P - C| = r, \quad (3)$$

где P – точка на поверхности сферы, C – центр сферы, а r – радиус сферы.

Если в уравнении (2) принять $(V - O) = \vec{D}$, а также учесть, что $|P - C|$ – длина вектора $\overrightarrow{PC}$, определяемая как корень квадратный из его скалярного произведения на самого себя, то можно получить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} P = O + t \cdot \vec{D}, \\ P - C; P - C = r,^2 \end{cases} \quad (4)$$

решением которой будет точка пересечения луча со сферой.

Если преобразовать уравнение к виду

$$t^2\vec{D},\vec{D}+t\left(2\cdot\overrightarrow{OC},\vec{D}\right)+\overrightarrow{OC},\overrightarrow{OC}, \quad (5)$$

где $\overrightarrow{OC}=O-C$, а затем совершить замену $k_1=\vec{D},\vec{D}$, $k_2=2\overrightarrow{OC},\vec{D}$ и $k_3=\overrightarrow{OC},\overrightarrow{OC}$, то получим квадратное уравнение:

$$k_1t^2+k_2t+k_3=0, \quad (6)$$

решением которого будет

$$\{t_1,t_2\}=\frac{-k_2\pm\sqrt{k_2^2-4k_1k_2}}{2k_1}. \quad (7)$$

Таким образом, подставив полученные значения в первое уравнение системы, можно получить точку луча, который пересекается со сферой, при этом необходимо выбирать только значения $t > 1$, так как именно они соответствуют точкам, расположенным на сцене (при $t < 0$ точки располагаются за камерой, а при $t\in[0,1]$ – между камерой и плоскостью проекции).

Поскольку процедура определения точки пересечения заключается в нахождении корней уравнения (6), которое строится независимо для каждой точки, то для распределения заданий по узлам распределенной вычислительной системы можно выбрать подпрограмму, выполняющую трассировку отдельного луча.

Алгоритм расчета изображений:

Шаг 0. Начало алгоритма.

Шаг 1. O = (0, 0, 0)# Задание координат камеры

Шаг 2. Для каждого пиксела с координатами (x,y) канвы выполнять:

Шаг 2.1. D = КанваКОкну(x,y) # Преобразование координат пиксела канвы к кординатной сетке окна наблюдения

Шаг 2.2. color = Трассировка_луча (O, D, 1, ∞)

Шаг 2.3. НарисоватьПиксел (x, y, color)

Алгоритм подпрограммы вычисления цвета пиксела Трассировка_луча():

Подпрограмма Трассировка_луча (O, D, t_{min}, t_{max}):

Шаг 1. Ближайший_t = ∞

Шаг 2. Ближайший_объект = NULL

Шаг 3. Для каждого Объекта сцены:

Шаг 3.1. t_1, t_2 = ПересечениеЛучОбъект(O, D, объект)

Шаг 3.2. Если t_1 в [t_{min}, t_{max}] и t_1 < ближайший_t

тогда ближайший_t = t_1

ближайший_объект = Объект

Шаг 3.3. Если t_2 в [t_{min}, t_{max}] и t_2 < ближайший_t

тогда ближайший_t = t_2

ближайший_объект = Объект

Шаг 4. Если ближайший_объект = NULL

тогда вернуть Цвет_белый

иначе вернуть Цвет_объекта

Шаг 5. Конец подпрограммы Трассировка_луча

Алгоритм подпрограммы ПересечениеЛучОбъект:

Подпрограмма ПересечениеЛучОбъект (O, D, сфера):

Шаг 1. c = сфера. центр

Шаг 2. r = сфера. радиус

Шаг 3. $OC = O - C$

Шаг 4. k_1 = скалярноеПроизведение (D, D)

k_2 = 2·скалярноеПроизведение (OC, D)

k_3 = скалярноеПроизведение(OC, OC) – r^2

Шаг 5. Дискриминант = $k_2\cdot k_2 - 4\cdot k_1\cdot k_3$

Шаг 6. Если Дискриминант < 0

тогда вернуть ∞,∞

Шаг 7. $t_1, t_2 = \dfrac{-k_2 \pm \sqrt{(\text{Дискриминант})}}{2\cdot k_1}$

Шаг 8. Вернуть t_1, t_2

Шаг 9. Конец подпрограммы ПересечениеЛучОбъект

4. Архитектура системы и экспериментальная установка

Для проведения экспериментов был разработан стенд, состоящий из ряда аппаратных узлов, реализованных на Raspberry Pi, и ряда виртуальных узлов, реализованных на виртуальных машинах. Все устройства соединены между собой с помощью сети: виртуальные узлы посредством виртуальной сети Ethernet, соединенной с помощью моста с физической сетью, а аппаратные устройства подключены непосредственно через точку доступа сети WiFi. Таким образом, все узлы оказываются в одном сегменте сети и могут друг с другом взаимодействовать.

Общее количество вычислительных узлов – 15, из них 10 аппаратных и 5 виртуальных.

Общая архитектура вычислительной системы представлена на рис. 3.

В качестве распределяющего узла используется персональный компьютер, который подключен к точке доступа WiFi по проводному каналу Ethernet.

При разработке объектов интернета вещей используются стандартизированные цифровые платформы (на базе микропроцессоров ARM, Intel), основанные на использовании стандартных компонентов: микропроцессоры, память, периферийные устройства, порты вводы-вывода. Производителей компонентов достаточно большое количество, и в каждом случае компоненты могут иметь свои несущественные особенности, что приводит к тому, что программы для каждой из платформ не могут быть переносимыми, если реализованы на низкоуровневом языке ассемблера. Именно поэтому для реализации стенда предлагалось использовать языки более высокого уровня – например Си, тем не менее специфика каждой платформы дает о себе знать. Для нивелирования особенностей платформ используется операционная система GNU/Linux: для виртуальных узлов – Ubuntu, для аппаратных узлов – Raspbian.

В качестве языка разработки был выбран язык Java, а для взаимодействия узлов были выбраны технологии платформы Java – RMI (Remote Method Invocation) [6]. Платформа Java позволяет избежать любых возможных проблем в различии электронных компонентов и цифровых платформ. Виртуальная машина Java (JVM) устанавливается на всех устройствах вычислительной платформы ИВ, что позволяет использовать общий переносимый программный код, который будет преобразован в байт-код для выполнения на каждом устройстве.

Результаты исследования и их обсуждение

Для подтверждения работоспособности распределенной вычислительной системы на основе объектов ИВ были проведены следующие эксперименты:

– определение времени решения задачи трассировки в зависимости от количества вычислительных узлов;

– определение времени выполнения одного задания;

– определение зависимости времени выполнения задачи трассировки в зависимости от размера изображения.

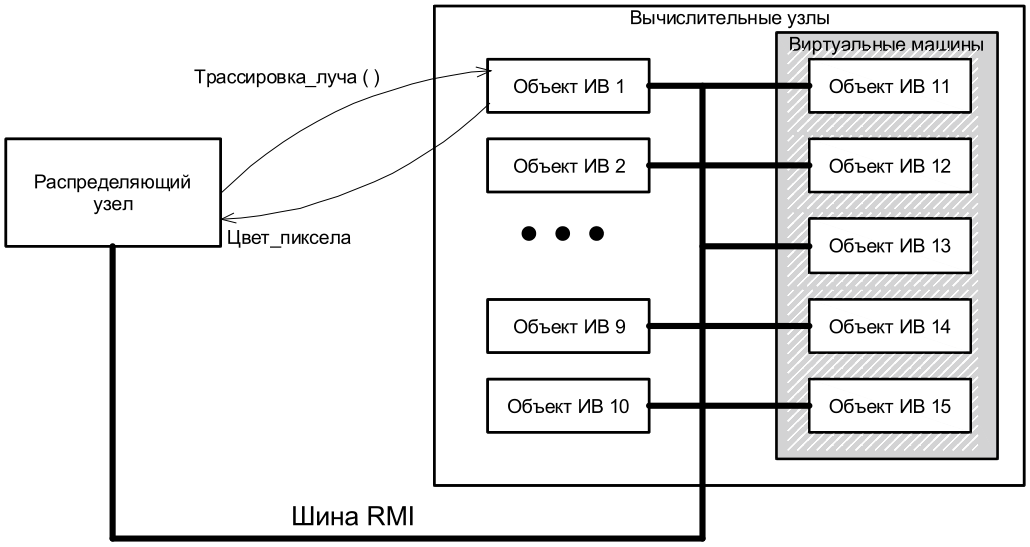


Рис. 3. Архитектура стенда распределенной вычислительной системы на основе объектов ИВ

Для определения времени решения задачи в зависимости от количества вычислительных узлов был зафиксирован размер канвы изображения в 100x100 пикселов, то есть распределяющий узел формирует последовательность из 10 000 заданий, каждое из которых отправляется на вычислительный узел.

Результаты эксперимента приведены на рис. 4, где видно, что при увеличении количества вычислительных узлов в распределенной вычислительной системе время выполнения задачи снижается. При этом видно, что при двух вычислительных узлах время решения задачи аналогично времени при четырех узлах. Так как при двух узлах алгоритм распределения заданий на основе обучения с подкреплением практически не выполняет свою работу, так как у него всего два узла и времени на выбор узла и пересчета параметров модели не тратится – накладные расходы минимальные, но уже при трех узлах накладные расходы становятся существенны по сравнению со временем обработки задачи, поэтому производительность системы падает, что приводит к увеличению времени выполнения задания. После включения четырех узлов и более накладные расходы на распределение становятся несущественными. Начиная от одиннадцати вычислительных узлов, время решения задачи продолжает уменьшаться, но при этом скорость уменьшения снижается.

Для оценки времени выполнения одного задания также использовалось изображение 100x100 пикселов. Замер выполнения задания выполнялся на распределительном узле, время выполнения, таким образом, включает в себя не только время непосредственной обработки каждого задания на вычислительном узле, но также и время, необходимое для выбора алгоритмом распределения вычислительного узла, а также случаи, когда задание не может быть обработано на том узле, куда оно было направлено, и его необходимо было направить на другой узел для выполнения.

На рис. 5 показана зависимость времени выполнения одного задания от количества вычислительных узлов. Поскольку для двух узлов (как было сказано ранее) накладные расходы минимальны, то можно увидеть, что время исполнения заданий также минимально, так как включает только время непосредственной работы вычислительного узла. При количестве узлов более пяти время выполнения одного задания стабилизируется и начинает приближаться к среднему времени выполнения каждого задания, с учетом времени на накладные расходы. В данном случае можно отметить, что при количестве вычислительных узлов более пяти система находится в стабильном состоянии, то есть время выполнения одного задания не зависит от количества вычислительных узлов.

Для анализа времени выполнения задачи в зависимости от количества заданий была проведена оценка работы алгоритма распределения при обработке изображений от размера 100x100 пикселов до 750x750 пикселов с шагом в 50 пикселов по каждому измерению, при этом количество вычислительных узлов фиксировано десятью. Результаты оценки приведены на рис. 6.

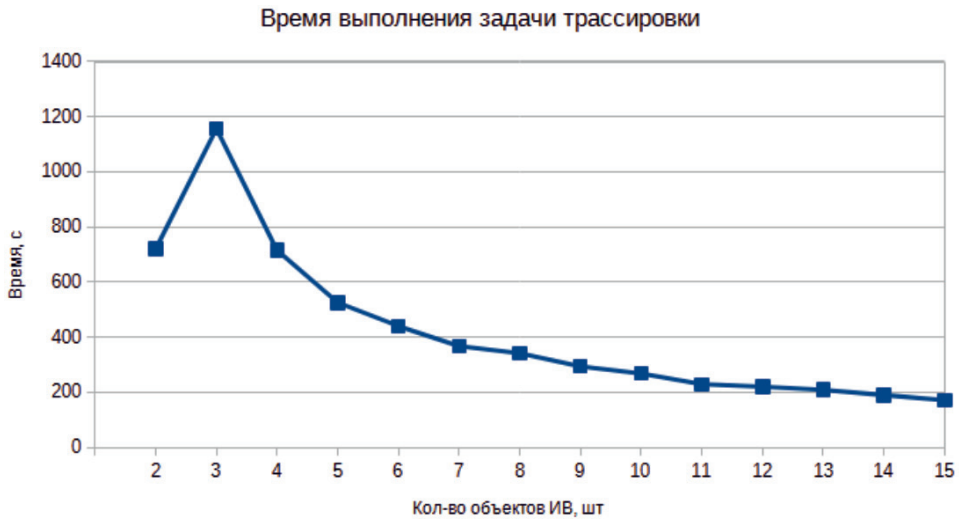


Рис. 4. Время выполнения задачи

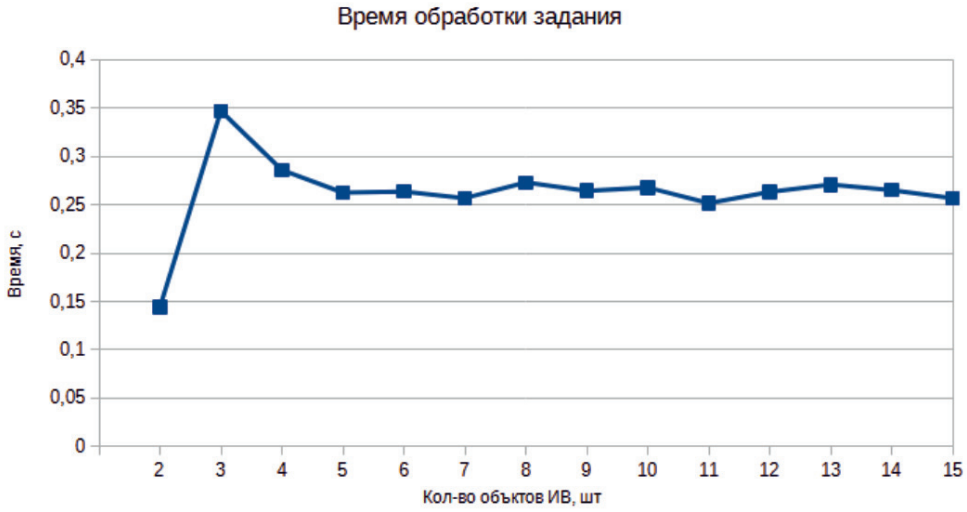


Рис. 5. Время выполнения одного задания

Рис. 6. Время выполнения задачи в зависимости от размера обрабатываемого изображения

Оценка времени выполнения задачи показывает, что при увеличении количества заданий время обработки увеличивается, при этом постепенно время растет быстрее, чем линейно.

Сравнение результатов экспериментов с результатами других исследований [7–10] показывает, что полученные зависимости имеют аналогичный вид и соответствуют зависимостям для обычных параллельных и распределенных вычислительных систем, построенных на основе классических подходов [11, 12], для суперкомпьютерных и облачных систем [13, 14].

В результате проведения эксперимента были построены зависимости общего времени выполнения задачи от количества вычислительных узлов, времени выполнения одного задания на вычислительном узле в зависимости от количества узлов в системе, а также зависимость времени выполнения задачи трассировки луча от количества элементов изображений. Результаты экспериментов показали возможность и эффективность реализации распределенной вычислительной системы на основе объектов ИВ.

Заключение

В работе представлен подход, позволяющий провести построение изображения по модели трехмерного объекта с помощью трассировки луча. В качестве вычислительной была использована распреде-

ленная вычислительная система на основе объектов ИВ.

В качестве решаемой задачи была использована задача построения изображений с помощью трассировки лучей. Данная задача имеет высокую степень распараллеливания, так как каждый пиксел изображения формируется независимо от других.

Использование метода распределения заданий по вычислительным узлам на основе машинного обучения с подкреплением позволяет построить распределенную вычислительную систему, в основе которой лежат гетерогенные вычислительные узлы на основе объектов ИВ.

Список литературы

1. Ерёмин О.Ю., Степанова М.В. Распределение заданий по узлам вычислительной системы на платформе Интернета вещей на основе машинного обучения // Динамика сложных систем. 2020. Т. 14. № 2. С. 84–92.

2. Степанова М.В., Ерёмин О.Ю. Назначение заданий узлам распределенной системы платформы Интернета вещей на основе машинного обучения с подкреплением // Автоматизация процессов управления. 2021. № 1 (63). С. 27–33. DOI: 10.35752/1991-2927-2021-1-63-27-33.

3. Eremin O., Stepanova M. A Reinforcement Learning Approach for Task Assignment in IoT Distributed Platform. Cyber-Physical Systems: Digital Technologies and Applications (Springer Nature), 2021. P. 385–394. DOI: 10.1007/978-3-030-67892-0_31.

4. Gambetta G. Computer Graphics from Scratch: A Programmer's Introduction to 3D Rendering. No Starch Press, 2021.

5. Sutton Richard S., Barto Andrew G. Reinforcement learning: an introduction. The MIT Press, 2008.

6. Степанова М.В. Способы реализации взаимодействия между приложениями Интернета вещей // Стратегии исследования в естественных и технических науках: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 июня 2018 г. Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2018. С. 146–153.

7. Dhulipala L., Blelloch G.E., Shun J. Theoretically Efficient Parallel Graph Algorithms Can Be Fast and Scalable. ACM Trans. Parallel Computing. 2021. Vol. 8. Issue 1. DOI: 10.1145/3434393.

8. Nagashima U. et al. An experience with super-linear speedup achieved by parallel computing on a workstation cluster: Parallel calculation of density of states of large scale cyclic polyacenes. Parallel computing. 1995. Vol. 21. № 9. P. 1491–1504.

9. Zhang S. et al. Parallel computation of a dam-break flow model using OpenMP on a multi-core computer. Journal of hydrology. 2014. Vol. 512. P. 126–133.

10. Rautenbach C., Mullarney J.C., Bryan K.R. Parallel computing efficiency of SWAN 40.91.Geoscientific Model Development. 2021. Vol. 14. № 7. P. 4241–4247.

11. M. van Steen, Tanenbaum A.S. Distributed Systems, 3rd ed., distributed-systems.net, 2017.

12. K. Komatsu et al. Performance Evaluation of a Vector Supercomputer SX-Aurora TSUBASA. SC18: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis. 2018. P. 685–696. DOI: 10.1109/SC.2018.00057.

13. Shen C., Tong W., Choo KK.R. et al. Performance prediction of parallel computing models to analyze cloud-based big data applications. Cluster Comput 21. 2018. P. 1439–1454. DOI: 10.1007/s10586-017-1385-3.

УДК 352:519.816

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ МОНОГОРОДА

[1]Захарова А.А., [1]Редькина И.А., [2]Морозова М.В., [2]Лизунков В.Г.

[1]ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Томск, e-mail: zacharovaa@mail.ru;

[2]Юргинский Технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, Юрга, e-mail: morozovamarina-1@mail.ru

Необходимым условием для успешной реализации стратегии развития моногорода является создание эффективной системы опережающей подготовки кадров (СОПК), которая должна обеспечивать текущие и прогнозные потребности рынка труда моногорода, а также реализацию образовательной траектории и профессиональной карьеры отдельных представителей населения. Особенности условий функционирования моногорода, высокая неопределенность среды принятия решений не позволяют построить достоверные прогнозные модели потребностей рынка труда в средне- и долгосрочном периоде. Кроме того, СОПК должна формироваться с учетом интересов основных субъектов рынков труда, образования в моногороде: администрации моногорода, работодателей, учебных заведений, населения города. Каждый из субъектов имеет свои цели и критерии оценки состояния системы опережающей подготовки. Это требует привлечения экспертов при формировании и выборе стратегических альтернатив развития СОПК. Цель работы – разработка модели принятия решений выбора стратегии развития СОПК моногорода для преодоления кадрового дисбаланса на рынке труда в условиях высокой неопределенности перспективных потребностей рынка труда. Предлагается модель, основанная на использовании метода анализа иерархий, которая на основе обработки экспертных оценок обеспечивает ЛПР информацией о приоритетности альтернативных вариантов стратегии СОПК, учитывая влияние субъектов СОПК (заинтересованных сторон) и их целей.

Ключевые слова: моногород, система опережающей подготовки кадров, стратегия, рынок труда, модель принятия решений, метод анализа иерархий, эксперт

HIERARCHICAL MODEL OF CHOOSING A DEVELOPMENT STRATEGY FOR MONOTOWN SYSTEM OF ADVANCED TRAINING OF A PERSONNEL

[1]Zakharova A.A., [1]Redkina I.A., [2]Morozova M.V., [2]Lizunkov V.G.

[1]Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, e-mail: zacharovaa@mail.ru;

[2]Yurga Institute of Technology (Branch) of National Research Tomsk Polytechnic University, Yurga, e-mail: morozovamarina-1@mail.ru

A prerequisite for the successful implementation of the strategy for the development of a monotown is the creation of an effective system of advanced training of personnel (SATP), which should ensure the current and forecast needs of the labor market of a monotown, as well as the implementation of the educational trajectory and professional career of individual representatives of the population. The peculiarities of the conditions for the functioning of a monotown, the high uncertainty of the decision-making environment do not allow building reliable predictive models of the needs of the labor market in the medium and long term. In addition, the SATP should be formed taking into account the interests of the main subjects of labor markets, education in a single-industry city: the administration of a single-industry city, employers, educational institutions, and the city's population. Each of the subjects has its own goals and assesment criteria for the state of the advanced training system. This requires the involvement of experts in the formation and selection of strategic alternatives for the development of SATP. The purpose of the work is to develop a decision-making model for choosing a strategy for the development of a monotown SATP in order to overcome the personnel imbalance in the labor market in conditions of high uncertainty of the future needs of the labor market. A model based on the use of the hierarchy analysis method is proposed, which, based on the processing of expert assessments, provides the decision maker with information on the priority of alternative options for the SATP strategy, taking into account the influence of SATP subjects (stakeholders) and their goals.

Keywords: monotown, advanced training system, strategy, labor market, decision-making model, hierarchy analysis method, expert

В настоящее время в Российской Федерации статус моногорода (монопрофильного муниципального образования) присвоен 319 населенным пунктам [1]. Особенности социально-экономической ситуации в моногородах требуют особых мер и форм поддержки государственными и региональными властями. В [2] обоснованы несколько альтернативных вариантов развития моногорода: диверсификация отраслей, инновационное и технологическое развитие градообразующей отрасли, ликвидация, искусственное поддержание моногорода. При любом варианте важнейшим ресурсом моногорода является население, а, соответственно, важнейшей задачей представляется обеспечение занятости населения трудоспособного возраста.

В связи с этим большую роль в успешной реализации стратегии развития моногорода играет эффективная система опережающей подготовки кадров (СОПК), которая должна обеспечивать текущие и прогнозные потребности рынка труда моногорода, а также реализацию образовательной траектории и профессиональной карьеры отдельных представителей населения [3].

Система опережающей подготовки кадров моногорода должна формироваться с учетом интересов основных субъектов рынков труда, образования в моногороде: администрации моногорода, работодателей, учебных заведений, населения города. Цели этих субъектов могут быть различными. Например, для администрации важны сохранение населения города и его благополучие, обеспечение кадрами отраслей, являющихся стратегически важными для социально-экономического развития города. Для населения важна возможность получения профессиональных компетенций, востребованных на рынке труда и обеспечивающих успешную профессиональную карьеру. Для работодателей представляет интерес наличие на рынке трудовых ресурсов, соответствующих существующим и потенциальным вакансиям. Для учебных заведений целями служат реализация конкурентоспособных программ, трудоустройство выпускников и др.

Основной задачей при формировании системы подготовки кадров на любом уровне является прогнозирование потребностей экономики государства, региона (других территорий) в кадрах. Существующие модели прогнозирования чаще всего в том или ином виде основываются на соблюдении баланса прогнозных потребностей и предложения на рынке труда [4–6]. Для этого собирается информация от работодателей, учебных заведений, экспертная информация о возможных сценариях технологического и социально-экономического развития страны, регионов, анализируются демография территорий, миграция населения и иные показатели. Одним из примеров комплексной информационной системы прогнозирования потребностей в профессиональном кадровом обеспечении социально-экономического развития РФ является программный продукт, созданный компанией IBS [7]. Но существующее математическое и программное обеспечение для прогнозирования нацелено на мезо- и макроуровень, а особенности социально-экономической ситуации и стратегия развития моногорода не учитываются.

Для моногорода, помимо прогнозирования кадровых потребностей, не менее важной задачей является разработка путей преодоления кадрового дисбаланса на рынке труда. Кадровый дисбаланс может быть вызван:

– несоответствием профессионально-квалификационной структуры спроса и предложения на рынке труда, которое, в свою очередь, может быть связано с изменениями на предприятиях (модернизацией, технологическим переоснащением, выпуском новых продуктов и т.п.), появлением предприятий в новых отраслях;

– ликвидацией предприятий, оказывающих существенное влияние на рынок труда моногорода;

– миграцией населения, как правило, имеющего высокую квалификацию и конкурентоспособного на рынках труда других городов и регионов, и другими причинами.

Высокая неопределенность этих и других событий в моногороде не позволяет построить достоверные модели потребностей рынка труда в средне- и долгосрочном периоде. А ведь именно такой горизонт имеет значение для системы подготовки кадров.

Традиционно систему подготовки кадров в регионе рассматривают как основной (или единственный) источник подготовки кадров для данного региона. Структура подготовки в образовательных учреждениях определяется разницей между прогнозируемым спросом на профессии и существующей профессионально-квалификационной структурой на рынке труда. Предполагается, что общее количество вакансий и предложений на рынке труда находится в балансе и основной проблемой является формирование нужной профессионально-квалификационной структуры трудовых ресурсов путем опережающей подготовки кадров (обучение и переобучение). Но что делать, если предложение существенно превышает по количеству спрос? Каким образом обеспечивать занятость «излишков» рабочей силы, учитывая важность сохранения населения города?

Вышесказанное определяет актуальность разработки моделей принятия решений, обеспечивающих процессы выработки стратегии развития системы опережающей подготовки кадров моногорода для устранения кадрового дисбаланса на рынке труда моногорода. И, в первую очередь, необходимо оценить альтернативные стратегии развития СОПК моногорода, основываясь на целях и интересах субъектов, заинтересованных в ней. Отметим, что под словом «стратегия» в статье понимается долгосрочное качественно определенное направление развития СОПК моногорода.

Цель исследования – разработка модели принятия решений выбора стратегии раз-

вития системы опережающей подготовки кадров моногорода (СОПКМ) в условиях кадрового дисбаланса на рынке труда моногорода и высокой неопределенности перспективных потребностей рынка труда.

Материалы и методы исследования

Сформулируем задачу принятия решений. На этапе выбора стратегии развития СОПКМ лицу, принимающему решение (ЛПР), необходимо оценить и выбрать лучшие альтернативы с точки зрения их влияния на достижение целевого состояния СОПКМ. При этом требуется оценка влияния, которое могут оказывать субъекты СОПКМ на развитие СОПКМ, а также влияния, которое могут оказать альтернативные стратегии на достижение целей этих заинтересованных сторон. Принятие решений в условиях неопределенности, неполноты и неточности информации обусловливает необходимость привлечения эксперта для оценивания. Модель задачи принятия решений имеет вид (1):

$$<S_o, T, Q|S, A, B, C(S), P, V_s, V_A, V_p, f, K, P_r>, \quad (1)$$

где S_o – проблемная ситуация, целевое состояние СОПКМ, которое нужно достичь при реализации альтернатив развития СОПКМ;

T – время, в течение которого следует принять решение;

Q – ресурсы для принятия решения (человеческие, материальные, информационные);

$S = \{S_1, S_2, ..., S_e\}$ – множество субъектов СОПКМ (действующих сил или заинтересованных сторон);

$A = \{A_1, A_2, ..., A_k\}$ – множество целей субъектов СОПКМ при достижении желаемого состояния СОПКМ;

$B = \{B_1, B_2, ..., B_t\}$ – множество ограничений, которые должны быть учтены при выборе стратегии (определяются особенностями развития моногорода);

$C(S)$ – функция, характеризующая взаимосвязь и влияние элементов S, A, P на достижение целевого состояния СОПКМ S_o;

$P = \{P_1, P_2, ..., P_l\}$ – множество альтернативных стратегий развития СОПКМ;

$V_s = \{V_{s1}, V_{s2}, ..., V_{se}\}$ – множество оценок влияния, оказываемого субъектами СОПКМ на решение проблемной ситуации;

$V_A = \{V_{A1}, V_{A2}, ..., V_{Ak}\}$ – множество оценок важности целей субъектов СОПКМ при реализации стратегии развития СОПКМ;

$V_p = \{V_{p1}, V_{p2} ... V_{pm}\}$ – множество оценок значимости альтернатив развития СОПКМ;

f – индивидуальные предпочтения (оценки) эксперта;

K – критерий выбора альтернатив;

$P_r = \{P_{r_1}, P_{r_2}, ..., P_{rd}\}$ – множество рекомендуемых стратегий развития СОПКМ.

Учитывая выражение (1), модель принятия решений выбора стратегии развития СОПКМ должна решать следующие задачи.

1. Для заданного множества субъектов СОПКМ $S = \{S_1, S_2, ..., S_e\}$, заинтересованных в достижении целевого состояния СОПКМ S_o, на основании информации об их целях в реализации стратегии $A = \{A_1, A_2, ..., A_k\}$ и ограничениях $B = \{B_1, B_2, ..., B_t\}$, используя функцию $C(S)$, оценить влияние $V_s = \{V_{s1}, V_{s2}, ..., V_{se}\}$, которое они оказывают на достижение целевого состояния СОПКМ S_o.

2. Для каждого из субъектов СОПКМ $S = \{S_1, S_2, ..., S_e\}$ оценить значимость каждой из целей $V_A = \{V_{A1}, V_{A2}, ..., V_{Ak}\}$ как для самого субъекта, так и для достижения целевого состояния СОПКМ S_o.

3. Для существующего множества альтернатив стратегии развития СОПКМ $P = \{P_1, P_2, ..., P_l\}$ оценить вклад, который они вносят в достижение целей субъектов СОПКМ, на основе чего оценить значимость альтернатив развития $V_p = \{V_{p1}, V_{p2} ... V_{pm}\}$ для достижения целевого состояния СОПКМ S_o.

4. На основе критерия K выбрать множество рекомендуемых альтернатив развития СОПКМ $P_r = \{P_{r_1}, P_{r_2}, ..., P_{rd}\}$.

Отметим, что структура задачи принятия решений является иерархической, в ней могут быть определены взаимосвязи между отдельными элементами, но отсутствует информация о виде зависимости между ними $C(S)$. В связи с этим в качестве метода оценивания альтернативных стратегий развития СОПКМ выбран метод анализа иерархий [8], так как он позволяет осуществить последовательную декомпозицию решаемой задачи по нескольким основаниям и получить оценки приоритетов альтернатив, учитывая оценки элементов задачи на разных уровнях декомпозиции. Это, с одной стороны, позволяет структурировать «поле принятия решений» и облегчить экспертам процесс оценивания за счет пошагового рассмотрения ситуации, с другой – предоставляет дополнительную информацию для принятия решений [9].

Приведем краткое описание применения метода анализа иерархий в модели принятия решений выбора стратегии развития СОПКМ. Подробное общее описание метода и формул для расчетов приводится, например, в [8, 9].

Этап 1. Представление проблемы в виде иерархии. Приведем уровни иерархической модели выбора стратегии развития СОПК моногорода.

1-й уровень (У1). Фокус иерархии (S_o). Главная цель представляет собой устранение дисбаланса на рынке труда моногорода.

2-й уровень (У2). Акторы СОПК (S). Основными заинтересованными сторонами, цели которых являются определяющими для СОПК, представляются: администрация города, население, работодатели, учебные заведения.

3-й уровень (У3). Цели акторов (A). Для каждого актора можно выделить 2-5 целей, связанных с развитием СОПКМ.

4-й уровень (У4). Альтернативные стратегии развития СОПК моногорода (P). Формулируются исходя из текущей ситуации на рынке труда и образования, стратегии развития моногорода.

Этап 2. Построение матриц парных сравнений. Элементы каждого из уровней (кроме фокуса) сравниваются экспертом между собой относительно родительского элемента вышестоящего уровня (элементы S сравниваются относительно S_o, A – относительно S, P – относительно A). Сравнение осуществляется попарно на основе шкалы важности [8, 9], определяющей отношения доминирования одного из элементов над другим (значения шкалы от 1 – равная важность, до 9 – очень сильное превосходство, а также обратные значения от 1/9 до 1). В результате получаем множество f индивидуальных оценок эксперта важности элементов иерархии (при их попарном сравнении).

Этап 3. Расчет локальных приоритетов. На основе матриц парных сравнений рассчитываются векторы локальных приоритетов. В данной работе используется среднее геометрическое экспертных оценок по строке матрицы. Далее полученные значения средних геометрических нормируются (путем деления каждого на их сумму). В результате получаем локальные расчетные значения V_s, V_A, V_p. Это оценки важности элементов иерархий относительно родительских элементов, которые представляют интерес для ЛПР. Например, ЛПР может получить информацию о приоритетности целей каждого из субъектов СОПКМ, приоритетности стратегий для реализации каждой из целей.

Этап 4. Проверка согласованности полученных результатов. Проводится для проверки правильности заполнения матрицы экспертом. Рассчитываются индекс однородности (ИО) и отношение однородности (ОО) [8, 9]. Если ОО < 0,1, то суждения эксперта упорядочены и результаты оценивания можно использовать для принятия решений.

Этап 5. Расчет глобальных приоритетов. Глобальные приоритеты рассчитываются, начиная со второго уровня вниз. Для расчета глобального приоритета элемента локальные приоритеты элементов нижестоящего уровня умножаются на глобальный приоритет родительского элемента вышестоящего уровня. Если родительских элементов несколько, то находится сумма взвешенных приоритетов по всем родительским элементам. В результате получаем расчетные значения V_s, V_A, V_p относительно фокуса иерархии в целом. Наилучшей альтернативой (стратегией развития СОПКМ) будет являться альтернатива, имеющая наибольшее значение глобального приоритета. ЛПР может установить пороговое значение глобального приоритета K, в соответствии с которым отбирается множество рекомендуемых стратегий P_r.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе предложенной иерархической модели проведены оценивание и выбор возможных стратегий развития СОПК на примере одного из моногородов РФ. Анализ стратегии развития данного моногорода до 2035 г. [10], а также данных отчета о его социально-экономическом развитии за 2020 г. [11] позволил сформулировать следующие ограничения при выборе стратегии развития СОПК:

– дисбаланс на рынке труда вызван закрытием градообразующего предприятия, при этом вопрос о создании новых рабочих мест в городе не может быть решен в ближайшей перспективе, соответственно, отсутствует возможность четко определить необходимую структуру профессиональной подготовки кадров;

– имеющиеся учебные заведения в основном сориентированы на отрасль градообразующего предприятия, т.е. возможности трудоустройства в городе после их окончания малы; как следствие, выпускники ссузов и вузов уезжают в другие города, а выпускники школ предпочитают обучение в других городах;

– моногород имеет статус территории опережающего развития (ТОР), но привлечение новых работодателей с созданием новых рабочих мест является отдаленной перспективой [10, 11].

В результате системного анализа ситуации иерархическая модель была наполнена конкретными ее элементами (рисунок). Альтернативные варианты стратегии развития СОПКМ были сформулированы следующим образом:

1) организовать целевое обучение во внешних (территориально) вузах и ссузах,

при этом направления подготовки должны соответствовать текущим и перспективным потребностям работодателей города;

2) организовать профессиональную подготовку во внутренних учебных заведениях, переформатировав пул образовательных программ под перспективные потребности предприятий (в том числе потенциальных инвесторов);

3) организовать профессиональную подготовку во внутренних учебных заведениях, переформатировав пул образовательных программ под возможности трудоустройства вне города с проживанием в городе (удаленная или выездная работа);

4) организовать подготовку во внутренних/внешних учебных заведениях навыкам предпринимательства с последующей организацией бизнеса как на территории города, так и вне его.

В соответствии с разработанной структурой иерархии, эксперту было предложено осуществить оценивание элементов иерархии попарно. Экспертом являлся специалист-исследователь в сфере опережающей подготовки кадров для территорий опережающего социально-экономического развития. Всего экспертом было заполнено 17 матриц парных сравнений (1 матрица для второго уровня, 4 – для третьего, 12 – для четвертого). Пример матрицы парных сравнений с оценками эксперта и рассчитанными локальными приоритетами приведен в табл. 1. Способ расчета локальных приоритетов описан выше. Полученные значения локальных приоритетов показывают, что роль администрации в устранении дисбаланса на рынке труда на момент оценивания является определяющей (значение приоритета 0,601).

Структура иерархии выбора стратегии развития СОПКМ

Таблица 1

Матрица парных сравнений акторов относительно фокуса иерархии «Устранение дисбаланса на рыке труда»

Акторы	Администрация	Работодатели	Население	Учебные заведения	Среднее геометрическое	Локальный приоритет
Администрация	1	7	4	6	3,6	0,601
Работодатели	0,143	1	0,143	0,25	0,267	0,045
Население	0,25	7	1	2	1,368	0,228
Учебные заведения	0,167	4	0,5	1	0,76	0,127
					Индекс однородности	0,081
					Отношение однородности	0,09

Таблица 2

Значения глобальных приоритетов

Уровень / Элемент иерархии	Глобальный приоритет	Уровень / Элемент иерархии	Глобальный приоритет	Уровень / Элемент иерархии	Глобальный приоритет
У2 / a1	0,600	У3 / a8	0,03	У3 / a14	0,010
У2 / a2	0,045	У3 / a9	0,025	У3 / a15	0,055
У2 / a3	0,228	У3 / a10	0,015	У3 / a16	0,062
У2 / a4	0,127	У3 / a11	0,045	У4 / a17	0,488
У3 / a5	0,415	У3 / a12	0,169	У4 / a18	0,107
У3 / a6	0,08	У3 / a13	0,015	У4 / a19	0,220
У3 / a7	0,106			У4 / a20	0,185

Аналогично были рассчитаны локальные приоритеты по всем матрицам парных сравнений (в статье не приводятся). На основе локальных приоритетов были рассчитаны значения глобальных приоритетов для каждого из элементов иерархии (табл. 2). Способ расчета локальных приоритетов описан выше. Например, для элемента a5 локальный приоритет ($ЛП_{a5}$) составляет 0,691, тогда глобальный приоритет ($ГП_{a5}$) рассчитывается как произведение локального на глобальный приоритет родительского элемента a1 ($ГП_{a1}$). Таким образом, $ГП_{a5} = ЛП_{a5} x ГП_{a1} = 0,691 x 0,601 = 0,415$.

Полученные результаты позволяют сделать ЛПР следующие выводы. Наиболее приоритетной в сложившейся ситуации является стратегия a17 «Организовать целевое обучение во внешних (территориально) вузах и ссузах, при этом направления подготовки должны соответствовать текущим и перспективным потребностям работодателей города» (глобальный приоритет 0,488). При этом в наибольшей степени учитываются цели субъекта СОПКМ «Администрация» (a1) и цель «Снижение безработицы» (a5). Целевое обучение позволит молодежи города выехать на обучение в другие города, получить востребованные на рынке труда моногорода профессии; в то же время целевое обучение позволит вернуть молодых специалистов в город. Следующими по приоритету являются альтернативные стратегии по обучению для удаленной работы (a19) и предпринимательским навыкам (a20), что также способствует сохранению населения и снижению безработицы в городе. Наименьший приоритет получила альтернатива «Организовать профессиональную подготовку во внутренних учебных заведениях под перспективные потребности рынка труда и новых потенциальных работодателей-резидентов территории опережающего развития (ТОР)». Это объясняется инерционностью системы профессионального образования и существенным периодом времени, необходимым для изменения структуры направлений подготовки в местных профессиональных учебных заведениях.

Заключение

Таким образом, иерархическая модель выбора стратегии развития СОПКМ обеспечивает ЛПР информацией о приоритетности возможных вариантов стратегии развития СОПКМ для устранения кадрового дисбаланса на рынке труда и позволяет осуществлять выбор лучшей стратегии, сформулированной как качественно определенное направление развития. Модель дает возможность:

– принимать решения в условиях неопределенности, основываясь на суждениях эксперта;

– учитывать при принятии решений особенности конкретного моногорода, его стратегию социально-экономического развития;

– получать информацию о влиянии, оказываемом субъектами СОПКМ на преодоление кадрового дисбаланса;

– получать информацию о приоритетности целей субъектов СОПКМ;

– получать информацию о приоритетности вариантов стратегии развития СОПКМ относительно целей субъектов.

В статье приведен пример использования модели для выбора стратегии развития системы опережающей подготовки кадров конкретного моногорода в условиях кадрового дисбаланса на рынке труда моногорода и высокой неопределенности перспективных потребностей рынка труда. Модель может быть адаптирована под другие условия путем изменения элементов иерархии и взаимосвязей между ними.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00486А.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 29.07.2014 N 1398-р (ред. от 21.01.2020) «Об утверждении перечня монопрофильных муниципальных образований Россий-

ской Федерации (моногородов)». [Электронный ресурс]. URL: https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-29072014-n-1398-r/#101269 (дата обращения: 29.07.2021).

2. Шаститко А.Е., Фатихова А.Ф. Моногорода России: возможные варианты развития // Государственное управление // Электронный вестник. 2019. № 76. С. 109–135.

3. Захарова А.А., Гребенюк Я.В., Захаров Л.Ю. Специфика и технология создания информационного обеспечения системы опережающей подготовки кадров моногородов – территорий опережающего развития // Информатизация образования и науки. 2020. № 2 (46). С. 162–180.

4. Коровкин А.Г., Долгова И.Н., Единак Е.А., Королев И.Б. Опыт макроэкономического анализа и прогнозирования занятости и рынка труда в экономике РФ // Управление. 2015. № 1 (7). С. 43–54.

5. Кашепов А.В. Методология и проблемы прогнозирования занятости населения в экономике и сфере образования на долгосрочную перспективу» // Вестник Российского нового университета. 2017. № 4. С. 9–17.

6. Эффективные методы прогнозирования кадровых потребностей рынка труда для формирования регионального заказа на подготовку кадров: сб. докл. / предисл. А.Н. Лейбовича. М.: Федеральный институт развития образования, 2016. 117 с.

7. Создание системы прогнозирования потребностей в профессиональном кадровом обеспечении социально-экономического развития РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://ibs.ru/projects/minobrnauki-rf-sozdanie-sistemy-prognozirovaniya-potrebnostey-v-professionalnom-kadrovom-obespechenii-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-rf// (дата обращения: 29.07.2021).

8. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.

9. Силич М.П., Силич В.А. Основы теории систем и системного анализа: учебное пособие. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2013. 340 с.

10. Стратегия социально-экономического развития Юргинского городского округа на период до 2035 года. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.yurga.org/pagedata/00000181/files/sser_2035.pdf (дата обращения: 29.07.2021).

11. Социально-экономическое развитие Юргинского городского округа за 2020 год [Электронный ресурс]. URL: https://www.yurga.org/deyatelnost/ekonomika/sotsialno-ekonomicheskoe-razvitie/files/SER_2020.pdf (дата обращения: 29.07.2021).

УДК 004.94

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КЛАСТЕРА

[1]Киренберг А.Г., [2]Кисляков И.М., [1,3]МедведевА.В., [1]Прокопенко Е.В.

[1]ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», Кемерово;

[2]Кемеровский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, Кемерово;

[3]Кемеровский государственный университет, Кемерово, e-mail: alexm_62@mail.ru

Статья посвящена описанию постановки задачи и построению математической модели оценки экономической эффективности территориально-производственного кластера как сложной социально-экономической системы. Рассмотрены некоторые модельные подходы к решению указанной задачи, проведен их краткий анализ. Математическая модель кластера строится на основе оптимизационного подхода и является многокритериальной задачей линейного программирования, основной идеей применения которой представляется выявление экономического потенциала кластера. Знание максимальных инвестиционно-производственных возможностей кластерной структуры позволит принимать управленческие решения, мотивирующие экономических агентов к участию в кластере, задействовать рыночные механизмы внедрения инноваций в конкретные производственные отрасли или направления экономической деятельности территорий, а также сориентирует на выявление оптимальных объемов и пропорций осуществляемых ими инвестиционных, производственных и финансовых затрат с учетом маркетинговых, трансакционных, инновационных, инфраструктурных, экологических, финансовых и других аспектов функционирования кластера. В работе обосновано существование решения задачи, соответствующей представленной математической модели, что позволяет использовать эффективные численные методы ее анализа и разрабатывать системы поддержки принятия инвестиционных, производственных и финансовых решений относительно выбора оптимальных объемов инвестиций, производства продукции предприятиями кластера, способов финансирования его деятельности.

Ключевые слова: территориально-производственный кластер, инновации, оптимизационный подход, многокритериальная задача линейного программирования, система поддержки принятия решений

AN OPTIMIZATION MATHEMATICAL MODEL FOR ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF A TERRITORIAL-PRODUCTION CLUSTER

[1]Kirenberg A.G., [2]Kislyakov I.M., [1,3]Medvedev A.V., [1]Prokopenko E.V.

[1]Kuzbass State Technical University, Kemerovo;

[2]Kemerovo Institute (branch) of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Kemerovo;

[3]Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: alexm_62@mail.ru

The article is devoted to the description of the problem statement and the construction of a mathematical model for assessing the economic efficiency of a territorial-production cluster as a complex socio-economic system. Some model approaches to solving this problem are considered, and their brief analysis is carried out. The mathematical model of the cluster is based on the optimization approach and is a multi-criteria linear programming problem, the main idea of which is to identify the economic potential of the cluster. Knowledge of the maximum investment and production capabilities of the cluster structure will make it possible to make managerial decisions that motivate economic agents to participate in the cluster, to use market mechanisms for introducing innovations in specific production sectors or areas of economic activity of the territories, and will also focus on identifying the optimal volumes and proportions of investment, production and financial costs, taking into account marketing, transaction, innovation, infrastructural, environmental, financial and other aspects of the functioning of the cluster. The paper substantiates the existence of a solution to the problem corresponding to the presented mathematical model, which makes it possible to use effective numerical methods for its analysis and develop systems to support the adoption of investment, production and financial decisions regarding the choice of optimal investment volumes, production of products by cluster enterprises, and methods of financing its activities.

Keywords: territorial-production cluster, innovations, optimization approach, multicriteria linear programming problem, decision support system

Проблема экономико-математического моделирования деятельности и оценки экономической эффективности территориально-производственных кластеров (ТПК) остается весьма актуальной [1, 2], прежде всего в связи с использованием моделей ТПК для решения задач планирования и прогнозирования социально-экономического развития регионов. Математические модели ТПК базируются преимущественно на имитационном подходе, использующем методы анализа инвестиционных, производственных и финансовых потоков, циркуляция и динамика которых матема-

тически описывается дифференциальными уравнениями первого порядка. Не менее популярными остаются регрессионно-статистический [3] и экспертный [4] подходы, позволяющие строить и оценивать эффективность ТПК через регрессионные уравнения связи факторов с учетом их экспертных оценок. В работе [5] рассмотрена оптимизационная линейная модель кластера с заданным частным набором коэффициентов удельных ресурсных затрат в экономической системе. В данной работе рассматривается подход к анализу ТПК, включающий линейную оптимизационную модель его развития, ориентированную на использование описанного в [6] автоматизированного комплекса многопараметрического анализа указанной модели, представляющих соответствующую систему поддержки принятия решений с учетом эколого-экономического комплекса [7] проблем угледобывающей территории.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим следующую содержательную постановку задачи, описывающую деятельность ТПК. Пусть на некоторой экономической территории функционирует совокупность организаций, объединенная в ТПК, связанная с производством и реализацией n видов продукции (товаров и/или услуг). Для производства каждого вида продукции используется комплект основных производственных фондов (комплект ОПФ), имеющий следующие характеристики: c_k – рыночная стоимость k-го комплекта ОПФ (денежных единиц, д.е.); V_k – производительность k-го комплекта ОПФ (количество единиц продукции, производимой данным комплектом; ед.прод/комплект ОПФ); T_k – срок полезного использования k-го комплекта ОПФ (экономических циклов, э.ц.). Предполагается, что стоимость комплектов ОПФ включает стоимости всех составляющих его материальных и нематериальных активов, без которых невозможны производство и реализация соответствующей продукции. Иначе говоря, в ОПФ осуществлены соответствующие капиталовложения (инвестиции). Производимая на указанных комплектах ОПФ (в соответствии с принципом чистых отраслей) продукция n видов имеет различную рыночную цену P_k единицы k-го вида и различный стоимостной спрос q_k на продукцию k-го вида, определяемый на территории долей рынка, занимаемой производимой продукцией. Производство k-го вида продукции характеризуется своими условиями (трудо- β_k и материалоемкостью p_k, как экспертно задаваемыми долями общепроизводственных затрат на производство продукции), а также своими управленческим и рыночным окружением (системой управления, условиями финансирования, уровнем инфляции, горизонтом планирования и пр.). Для удобства проект производства некоторого вида продукции в кластере далее будем также называть проектом кластера. Введем следующие обозначения: $R = \sum_{k=1}^{n} R_k$, $Z = \sum_{k=1}^{n} Z_k$ – соответственно суммарные общие доходы и расходы предприятий кластера, где R_k, Z_k – соответственно доходы и расходы предприятий, производящих k-й вид продукции; $Z = Am_k + F_k + N_{1k} + N_{2k} + N_{4k} + N_{5k} + z_k$ – общие расходы в кластере; где Am_k – амортизация ОПФ предприятий кластера, производящих k-й вид продукции; F_k – фонд оплаты труда (ФОТ) на предприятиях кластера, производящих k-й вид продукции; N_{1k} – налог на добавленную стоимость (НДС) предприятий кластера, производящих k-й вид продукции; N_{2k} – налог на имущество (НИ) предприятий кластера, производящих k-й вид продукции; N_3 – налог на прибыль (НП) предприятий кластера, производящих k-й вид продукции; N_4 – страховые взносы в социальные фонды (СВ), предприятий кластера, производящих k-й вид продукции; N_{5k} – дополнительные (страховочные) затраты предприятий кластера, производящих k-й вид продукции (в том числе экологические штрафы, метод учета которых представлен, например, в [7], другие налоговые и неналоговые затратные потоки, пропорциональные объемам производства продукции в материальном или финансовом отношении при функционировании ТПК); α_i ($i = 1,...,5$) – соответствующие средние ставки указанных налоговых и неналоговых затрат; z – суммарные оборотные расходы предприятий кластера; z_k – оборотные расходы предприятий кластера, производящих k-й вид продукцию; $W_k = (1 - \alpha_3)(R_k - Z_k)$ – чистая прибыль предприятий кластера, производящих k-й вид продукции; S_k^0 – остаточная стоимость ОПФ предприятий кластера, производящих k-й вид продукции; $DSP = DSP_0 + W + Cr_P + Dot_P$ – суммарные текущие средства всех предприятий кластера, где DSP_0 – начальные средства всех предприятий кластера; Cr_P – сумма кредитования текущей деятельности кластера; Dot_P – сумма дотаций (государственное или другое беспроцентное (безвозвратное) финансирование) на функционирование кластера; $DSC = DSC_0 + ZP_C + Cr_C + Dot_C$ – суммарные текущие средства домохозяйств ТПК, где DSC_0 – начальные средства домохозяйств ТПК; ZP_C – заработная плата домо-

хозяйств от предприятий ТПК; Cr_C – сумма кредитования домохозяйств, сотрудничающих с организациями ТПК; Dot_C – сумма дотаций (государственное или другое беспроцентное (безвозвратное) финансирование) домохозяйствам сотрудничающим с организациями ТПК;

$$NPV_1 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{5}\frac{N_i}{(1+r)^t} \to \max,$$

$$NPV_2 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{N}\frac{W_k + S_k^0}{(1+r_k)^t} \to \max,$$

$$NPV_3 = \sum_{t=1}^{T}\frac{ZP_C}{(1+r)^t} \to \max \ -$$

критерии эффективности управляющего центра, производителя и потребителя соответственно, где r_k – ставки дисконтирования потоков в k-м проекте кластера, учитывающие инфляцию, уровень требований инвестора и другие экономические и политические риски деятельности предприятий кластера; r – ставка инфляции на горизонте T планирования развития ТПК. В таблице представлены классификация введенных параметров по группам, их единицы измерения, а также описаны содержательные ограничения деятельности ТПК, учитываемые в формируемой модели.

Отметим, что большинство приведенных в таблице показателей, характеризующих комплекты ОПФ и продукцию предприятий кластера, особенности ее производства и продажи, ограничения производства и окружающей рыночной среды, могут быть «считаны» при анализе рыночной информации из различных источников (сайты официальной экономической статистики, публикации открытой аналитики, открытая бухгалтерская отчетность предприятий и т.п.). Введем далее следующие обозначения переменных и комплексов: x_k – объем инвестиций в ОПФ k-го вида, {д.е.}; x_{n+k} – выручка от продажи продукции k-го вида, {д.е.}; x_{2n+1} – объем кредита, взятого на финансирование текущей деятельности предприятий кластера, {д.е.}; x_{2n+2} – объем дотации на финансирование как стратегической, так и тактической деятельности предприятий кластера, {д.е.}. Тогда

$$I = \sum_{k=1}^{n} x_k, \quad R = \sum_{k=1}^{n} x_{n+k}, \quad Am = \sum_{k=1}^{n}\frac{T}{T_k}x_k,$$

$$S^0 = \sum_{k=1}^{n} S_k^0 = \sum_{k=1}^{n}\left(1 - \frac{T}{T_k}\right)x_k, \quad F = \sum_{k=1}^{n}\beta_k Z_k,$$

$$z = \sum_{k=1}^{n} p_k z_k.$$

Количественные характеристики и ограничения деятельности ТПК

Группа характеристик	Идентификатор характеристики	Единица измерения	Содержательный смысл характеристики
Характеристики комплекта ОПФ k-го предприятия кластера	c_k	д.е./ед.ОПФ	стоимость комплекта ОПФ k-го вида
	T_k	э.ц.	срок службы комплекта ОПФ k-го вида
	V_k	ед.пр. / ед.ОПФ	производительность комплекта ОПФ k-го вида
	$\delta_k = P_k V_k / c_k$	%	фондоотдача комплекта ОПФ k-го вида
Характеристики k-й продукции кластера и особенности ее производства	P_k	д.е./ед.прод.	рыночная цена единицы продукции k-го вида
	q_k	д.е.	спрос на продукцию k-го вида
	β_k	%	доля общих затрат Z_k, используемая для оплаты труда при производстве k-й продукции (трудоемкость производства)
	p_k	%	доля общих затрат Z_k, используемая на приобретение сырья, материалов и другие текущие затраты, расходуемые в течение одного экономического цикла при производстве k-й продукции (материалоемкость производства)
Характеристики внешней среды, финансовые условия работы предприятий кластера	T_0	э.ц.	срок кредита на финансирование текущей деятельности
	r_0	%	ставка кредита на финансирование текущей деятельности
	Cr_{max}	д.е.	максимальная сумма кредита, взятого на финансирование текущей деятельности
	Dot_{max}	д.е.	максимальная сумма дотаций производителю
	I_{max}	д.е.	максимальная сумма инвестиций

Окончание таблицы

Группа характеристик	Идентификатор характеристики	Единица измерения	Содержательный смысл характеристики
Риски функционирования предприятий кластера	$r_{инф}$	%	риск инфляции (учитывается через ставку инфляции)
	$r_{инв}$	%	риск требований инвестора (учитывается через ставку кредита и/или другие формы заимствований, в том числе с учетом дивидендной политики крупных предприятий кластера
	$r = r_{инф} + r_{инв}$	%	общий риск
Ограничения функционирования кластера	ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ		
	Объем производства не выше производственных возможностей (мощностей)		
	Объем производства не выше спроса на продукцию		
	ИНВЕСТИЦИОННО-ФИНАНСОВЫЕ		
	$DS \geq 0$ – условие платежеспособности предприятий кластера на горизонте планирования T		
	$I \leq Imax$ – условие ограниченности инвестиций максимальной суммой на горизонте планирования T		
	$Cr \leq Crmax$ – условие ограниченности кредитов максимальной суммой на горизонте планирования T		
	$Dot \leq Dotmax$ – условие ограниченности дотаций максимальной суммой на горизонте планирования T		

Суммарные производственные затраты состоят из суммарных инвестиционных затрат I и текущих затрат Z, включающих текущие затраты Z_k каждого из n предприятий, производящих продукцию ТПК:

$$Z = \sum_{k=1}^{n} Z_k = \sum_{k=1}^{n} \left(\xi_k x_k + \zeta_k x_{n+k}\right), \text{ где } Z_k = \frac{Am_k + N_{1k} + N_{2k} + N_{5k}}{1 - (1+\alpha_4)\beta_k - p_k},\ N_1 = \sum_{k=1}^{n} N_{1k} = \alpha_1 \sum_{k=1}^{n} x_{n+k};$$

$$N_2 = \sum_{k=1}^{n} N_{2k} = \alpha_2 \sum_{k=1}^{n} \left(1 - \frac{T}{T_k}\right) x_k;\ N_3 = \sum_{k=1}^{n} N_{3k} = \sum_{k=1}^{n} \alpha_3 \left(R_k - Z_k\right);\ N_4 = \alpha_4 \sum_{k=1}^{n} \beta_k Z_k;$$

$$N_5 = \sum_{k=1}^{n} N_{5k} = \alpha_5 \sum_{k=1}^{n} x_{n+k}.$$

Следует отметить, что все содержательные потоки (доходов, расходов, прибыли, инвестиций, собственных средств, остаточной стоимости ОПФ и др.) зависят линейно от искомых переменных задачи x_k, x_{n+k}, x_{2n+1}, x_{2n+2}. Поэтому с учетом приведенных обозначений и ограничений, математическая модель ТПК в матричном виде примет форму следующей трехкритериальной задачи линейного программирования:

$$\boldsymbol{A}_{(2n+4)\times(2n+2)}\,\boldsymbol{x}_{(2n+2)\times 1} \leq \boldsymbol{b}_{(2n+4)\times 1},\ \boldsymbol{x}_{(2n+2)\times 1} \geq 0,\ NPV_1(x) \to \max,\ NPV_2(x) \to \max,\ NPV_3(x) \to \max,\ (*)$$

где

$$A = \left(\begin{array}{ccc|ccc|cc}
(1-\alpha_3)\xi_1 & \ldots & (1-\alpha_3)\xi_n & (\alpha_3-1)(1-\zeta_1) & \ldots & (\alpha_3-1)(1-\zeta_n) & -1 & -1 \\
1 & \ldots & 1 & 0 & \ldots & 0 & 0 & 0 \\
\hline
-\delta_1 & & 0 & & & & 0 & 0 \\
 & \ldots & & & E_n & & 0 & 0 \\
0 & & -\delta_n & & & & 0 & 0 \\
\hline
 & O_n & & & E_n & & 0 & 0 \\
\hline
0 & \ldots & 0 & 0 & \ldots & 0 & 1 & 0 \\
0 & \ldots & 0 & 0 & \ldots & 0 & 0 & 1
\end{array}\right),$$

$$b_{(2n+4)\times 1} = (DS^0;\ I_{\max};0,\ldots,0;\ q_1,\ldots,q_n;\ 1Cr_{\max};\ Dot_{\max})^T,$$

$$\xi_k = \frac{T/T_k + \alpha_2\left(1 - T/T_k\right)}{1-\left(1+\alpha_4\right)\beta_k - p_k},\ \zeta_k = \frac{\alpha_1+\alpha_5}{1-\left(1+\alpha_4\right)\beta_k - p_k},$$

$$NPV_1 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{5}\frac{N_i}{\left(1+r\right)^t} \to \max,\quad NPV_2 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{N}\frac{W_k + S_k^0}{\left(1+r_k\right)^t} \to \max,\quad NPV_3 = \sum_{t=1}^{T}\frac{ZP_C}{\left(1+r\right)^t} \to \max.$$

Описание деятельности ТПК в форме (*) позволяет автоматизировать расчеты в соответствующей информационно-аналитической системе, так как модель (*) представляет собой многокритериальную задачу линейного программирования с допустимым множеством в виде непустого компакта, что гарантирует существование решения этой задачи для всех допустимых значений входящих в нее параметров. Кроме того, в силу линейности модели, например, в соответствии с [8], трехкритериальная модель эквивалентна соответствующей однокритериальной с критерием в виде выпуклой линейной комбинации критериев (1):

$$NPV_c = \sum_{m=1}^{3}\alpha_m NPV_m \to \max;\ \ \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3 = 1,$$

что позволяет автоматизированно получать решение (1) с использованием симплекс-метода Дж. Данцига [9], а также проводить многокритериальный анализ задачи путем анализа соответствующего ей Парето-множества с помощью описанного в [6] программного комплекса и алгоритмов работы [7]. Легко проверяется, что нулевой вектор является частным решением системы (1), а ее нетривиальное решение также получается с использованием указанного программного комплекса. Таким образом, это позволяет рассматривать данную совокупность инструментов (модель – алгоритм – пакет программ), как ориентированную на конечного пользователя – экономиста-аналитика – систему поддержки принятия управленческих решений в сфере функционирования, планирования и прогнозирования развития ТПК.

Результаты исследования и их обсуждение

Построенная математическая модель позволяет получить количественную оценку экономического потенциала ТПК, а также трактовать различные особенности его функционирования – маркетинговые, трансакционные, инновационные, инфраструктурные, экологические, финансовые. Например, учет маркетинговых, трансакционных, экологических издержек возможен в модели путем рассмотрения пропорциональных объемам производства затратных потоков, например в потоке N_5 или в ставке дисконтирования. Инновационный характер производимой продукции можно учесть путем рассмотрения следующей цепочки рассуждений. Назовем набор $\mathbf{T}(c_k,T_k,V_k,P_k,q_k,\beta_k,p_k)$ традиционной («старой») технологией производства продукции k-го вида (или соответствующего ей по функционалу аналога инновационной продукции), а набор $\mathbf{T}^*(c_k^*,T_k^*,V_k^*,P_k^*,q_k^*,\beta_k^*,p_k^*)$, где $c_k^* = \gamma_k c_k$, $T_k^* = \tau_k T_k$, $V_k^* = \nu_k V_k$, $P_k^* = \pi_k P_k$, $q_k^* = \sigma_k q_k$, $\beta_k^* = \varphi_k\beta_k$, $p_k^* = \rho_k p_k$ – инновационной («новой») технологией производства продукции k-го вида продукции. Здесь коэффициенты γ_k, τ_k, ν_k, π_k, σ_k, φ_k, ρ_k – экзогенно (в частности, экспертно) задаваемые величины, отражающие соответственно оценки изменения численных значений характеристик активов, продукции, особенностей производства и продажи продукции при переходе к «новой» технологии. Сравнение расчетов по модели (1) с характеристиками, соответствующими технологиям $\mathbf{T}$ и $\mathbf{T}^*$, может помочь выявить влияние на показатели развития кластера производственных, технологических, маркетинговых инноваций путем комбинации коэффициентов γ_k, τ_k, ν_k, π_k, σ_k, φ_k, ρ_k. Например, включение в кластер предприятия (группы предприятий) по производству некоторой продукции может повлиять на их доступ к производственным технологиям, государственной поддержке, расширению доли рынка и, соответственно, увеличению спроса на продукцию. Также возможен учет различных инфраструктурных особенностей производства, например, путем включения в состав ТПК соответствующих предприятий, не занимающихся производством профильной продукции. При этом указанные изменения и особенности возможно учесть и оценить (как экспертно, так и путем маркетингового анализа) через варьирование значений параметров γ_k, τ_k, ν_k, π_k, σ_k, ρ_k. Наличие в ТПК подготовленных квалифицированных кадров для произ-

водства продукции кластера или, соответственно, учет необходимых для этого затрат может отражаться в значениях коэффициентов φ_k. Особенности системы управления в кластере, в том числе учитывающие дивидендную политику крупных предприятий кластера, – через ставки дисконтирования r_k и r, особенности финансирования развития кластера – через ставки r и r_0 и так далее.

Заключение

Представленная математическая модель ТПК является многокритериальной задачей линейного программирования, имеющей эффективные инструменты ее численного анализа. Аналогичные предложенной оптимизационные математические модели социально-экономических систем различного экономического уровня, учитывающих некоторые из присущих ТПК особенностей его функционирования, рассмотрены в работе [6]. Там же приведены результаты соответствующих расчетов, подтверждающих содержательную адекватность указанных математических моделей. Отметим, что необходимая для оперативного анализа экономической эффективности инвестиционно-производственных проектов развития ТПК скорость расчетов позволяет рассматривать используемый инструментальный комплекс как основу и ключевую составляющую построения социально-экономического цифрового двойника [10] такой сложной социально-экономической системы, как территориально-производственный кластер.

Список литературы

1. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Агент-ориентированная социо-эколого-экономическая модель региона // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 3 (288). С. 2–11.

2. Porter M.E. Cluster Mapping Project, Institute for Strategy and Competitiveness, Harvard Business School. [Electronic resource]. URL: http://www.isc.hbs.edu/econ-clusters.htm (date of access: 15.05.2021).

3. Буянова М.Э., Дмитриева Л.В. Оценка эффективности создания региональных инновационных кластеров // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2012. № 2 (21). С. 54–62.

4. Боуш Г.Д., Куликова О.М., Шелков И.К. Агентное моделирование процессов кластерообразования в региональных экономических системах // Экономика региона. 2016. Т. 12. Вып. 1. С. 64–77.

5. Машунин Ю.К., Машунин К.Ю. Стратегическое и инновационное развитие кластера на базе цифровой экономики // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 4. С. 85–99.

6. Медведев А.В. Автоматизированная поддержка принятия оптимальных решений в инвестиционно-производственных проектах развития социально-экономических систем. М.: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2020. 200 с. DOI: 10.17513/np.421.

7. Медведев А.В., Кисляков И.М. Автоматизированный расчет экологических платежей при взаимодействии предприятий угольной отрасли с региональным управляющим центром / Вестник научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2017. № 3. С. 54–61.

8. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления, приложения. М.: Наука, 1982. 600 с.

9. Данциг Дж. Линейное программирование, его обобщение и применение. М.: Прогресс, 1966. 600 с.

10. Медведев А.В. Цифровые двойники территорий для поддержки принятия решений в сфере регионального социально-экономического развития // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6–1. С. 61–66. DOI: 10.17513/snt.38072.

УДК 519.6

АБСТРАКЦИИ БАЗ ДАННЫХ В КОНЦЕПТУАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ ВУЗА

[1]Клеванский Н.Н., [2]Глазков В.П., [3]Воронкова И.В., [4]Мавзовин В.С.

[1]ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Саратов, e-mail: nklevansky@yandex.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина», Саратов;

[3]ФГБОУ ВО «Саратовская государственная юридическая академия», Саратов;

[4]ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва

В статье исследуется возможность использования абстракций баз данных, прежде всего агрегаций, в концептуальном моделировании информационных систем. В предметной области управления учебным процессом вуза выявлены пять ключевых агрегаций, имеющих реальный физический смысл и поэтому названные «Рабочий учебный план», «Учебная нагрузка», «Индивидуальная нагрузка», «Учебное поручение» и «Занятие расписания». Ключевые агрегации образуют иерархическую древовидную структуру наследования с одним корнем, которым является агрегация «Рабочий учебный план», что подчеркивает первичность учебных планов в организации и управлении учебным процессом вуза. Формирование каждой ключевой агрегации может стать задачей отдельного модуля интегрированной системы, а переходы между уровнями наследования определяют последовательность выполнения соответствующих процедур. Для формирования ключевых агрегаций необходимо включение в них дополнительных агрегаций «Поток, группа, подгруппа», «"Сетка" расписания» и «ППС кафедры». Для организации работы интегрированной системы предложены две вспомогательные агрегации «Структура вуза» и «Дисциплина-поток». В первую включены идентификаторы всех учебных планов специальностей и направлений всех форм обучения вуза. Во вторую включены первичные ключи дисциплины учебного плана и потока академических групп, обучающихся по соответствующей образовательной программе. Представленные десять агрегаций образуют концептуальную модель предметной области проекта интегрированной системы управления учебным процессом вуза. Преобразование этой модели в схему базы данных и модули системы определяются ментальными способностями разработчиков. Приведены макеты некоторых решений.

Ключевые слова: управление учебным процессом вуза, интегрированная система, концептуальная модель, концептуальное моделирование, абстракции баз данных, агрегация

DATABASE ABSTRACTIONS IN CONCEPTUAL MODELING OF INTEGRATED EDUCATIONAL PROCESS MANAGEMENT SYSTEM

[1]Klevanskiy N.N., [2]Glazkov V.P., [3]Voronkova I.V., [4]Mavzovin V.S.

[1]Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: nklevansky@yandex.ru;

[2]Saratov State Technical University named after Yu.A. Gagarin, Saratov;

[3]Saratov State Legal Academy, Saratov;

[4]National Research Moscow State Construction University, Moscow

The article explores the possibility of using abstractions of databases, primarily aggregations in conceptual modeling of information systems. In the subject area of managing the educational process of the university, five key aggregations have been identified that have a real physical meaning and are therefore called the «Work Schedule».»Number of courses», «Individual number of courses», «Course Order», and «Course of timetable». Key aggregations form a hierarchical tree-like inheritance structure with one root, which is the aggregation «Work Schedule,» which emphasizes the primacy of curricula in the organization and management of the educational process of the university. Forming each key aggregation can be the task of a separate module of the integrated system, and transitions between inheritance levels determine the sequence of the corresponding procedures. To form key aggregations, it is necessary to include additional aggregations «Union of gropes, group, subgroup,» ««Grid» of the timetable» and» «Lecturer of the department». To organize the work of the integrated system, two auxiliary aggregations «University structure» and «Discipline- union of gropes» are proposed. The first includes identifiers of all curricula of specialties of all forms of university education. The second includes the primary keys of the curriculum discipline and the union of gropes studying according to the corresponding educational program. The presented ten aggregations form a conceptual model of the subject area of the project of the integrated educational process management system of the university. The transformation of this model into a database schema and system modules is determined by the mental abilities of the developers. Some solution layouts are listed.

Keywords: management of the educational process, integrated system, conceptual model, conceptual modeling, database abstractions, aggregation

Необходимость общего решения проблем информатизации управления учебным процессом вуза признана многими исследователями [1–3]. Частные решения проблемы представлены в [4, 5]. Отмечена необходимость комплексного, инте-

грированного подхода для решения указанных проблем на основе единой базы данных [6], центральное место в которой должны занимать учебные планы [2]. Один из вариантов интегрированного решения с возможностями автоматической или интерактивной работы в централизованном или децентрализованном режимах представлен в [7].

Предварительные этапы проектирования базы данных информационной системы должны включать формирование и анализ требований с последующим концептуальным моделированием, определяющим структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования [8]. Один из ведущих в мире специалистов в области концептуального моделирования полагает, что информационная система может быть задана на шести уровнях абстракции: стратегическом уровне, уровне обработки требований, бизнес-уровне, концептуальном уровне, уровнях реализации и использования [9]. «Концептуальный уровень ориентирован на интегрирование концептуальных спецификаций структуры, функциональности, распределения и интерактивности. Результатами проектирования на концептуальном уровне являются схема базы данных, последовательность выполняемых действий...» [9]. В одной из последних публикаций [10] им же акцентировано внимание на ментальной составляющей концептуальной модели.

Концептуальное моделирование связано с определением относительной структуры объектов проектируемой базы данных. Для решения этой проблемы предложено использование двух абстракций = обобщения и агрегации [11]. Наиболее важной абстракцией является агрегация, представляющая отношение между объектами предметной области, что соответствует декартовому произведению первичных ключей объектов, а в базе данных представляет связь «многие-ко-многим» между объектами. Агрегация часто имеет реальный физический смысл в виде объекта. Определение и анализ абстракций базы данных проектируемой информационной системы зависят от ментальных способностей разработчика. Данная статья может служить иллюстрацией использования агрегаций в концептуальном моделировании.

Цель исследования: концептуальная модель интегрированной системы управления учебным процессом вуза на основе абстракций баз данных.

Материалы и методы исследования

Опыт разработки программных средств, поддерживающих управление учебным процессом [12, 13], позволил определить пять ключевых агрегаций [14] проекта интегрированной информационной системы управления учебным процессом вуза (рис. 1).

Агрегации на рис. 1 представлены в нотации UML для диаграмм классов. Агрегации образуют иерархическую древовидную структуру наследования с одним корнем (рис. 1), которым является агрегация «Рабочий учебный план», что согласуется с точкой зрения о первичности учебных планов в организации и управлении учебным процессом вуза [2]. Общение с опытными разработчиками информационных систем подтвердило наличие древовидных структур наследования агрегаций. На диаграмме (рис. 1, б) названия компонент, включаемых в структуру наследников или изменяемых в процессе наследования, выделены более светлым цветом.

В концептуальном моделировании очень важно точное и однозначное определение смысла используемых концепций, понятий и терминов [10]. Содержание имен агрегаций и их отдельных компонент (рис. 1) состоит в следующем:

Агрегация «**Рабочий учебный план**». В контексте интегрированной системы – это информационная структура, в которую включены все учебные планы специальностей и направлений всех форм обучения вуза для конкретного *учебного года*. Объединение информации учебных планов необходимо для последующей централизованной обработки.

Компоненты агрегации:

– *название* – название нагрузки учебного плана (название дисциплины, вид практики, курсовое или дипломное проектирование);

– *учебный год* – учебный год, для которого осуществляется планирование учебного процесса. Данная компонента позволяет формировать централизованную базу данных вуза, в которой скапливается вся информация за годы эксплуатации системы;

– *семестр* – порядковый номер семестра учебного плана, семестр выполнения *нагрузки.* Для расписаний занятий и экзаменов семестр может иметь двузначное толкование – осень/весна или зима/лето;

– *вид нагрузки* – вид аудиторной нагрузки (лекция, семинар, практическое или лабораторное занятие, зачет, экзамен) или вид внеаудиторной нагрузки (руководство практикой, курсовым или дипломным проектом, консультация);

– *кафедра* – кафедра, ответственная за выполнение *нагрузки* учебного плана;

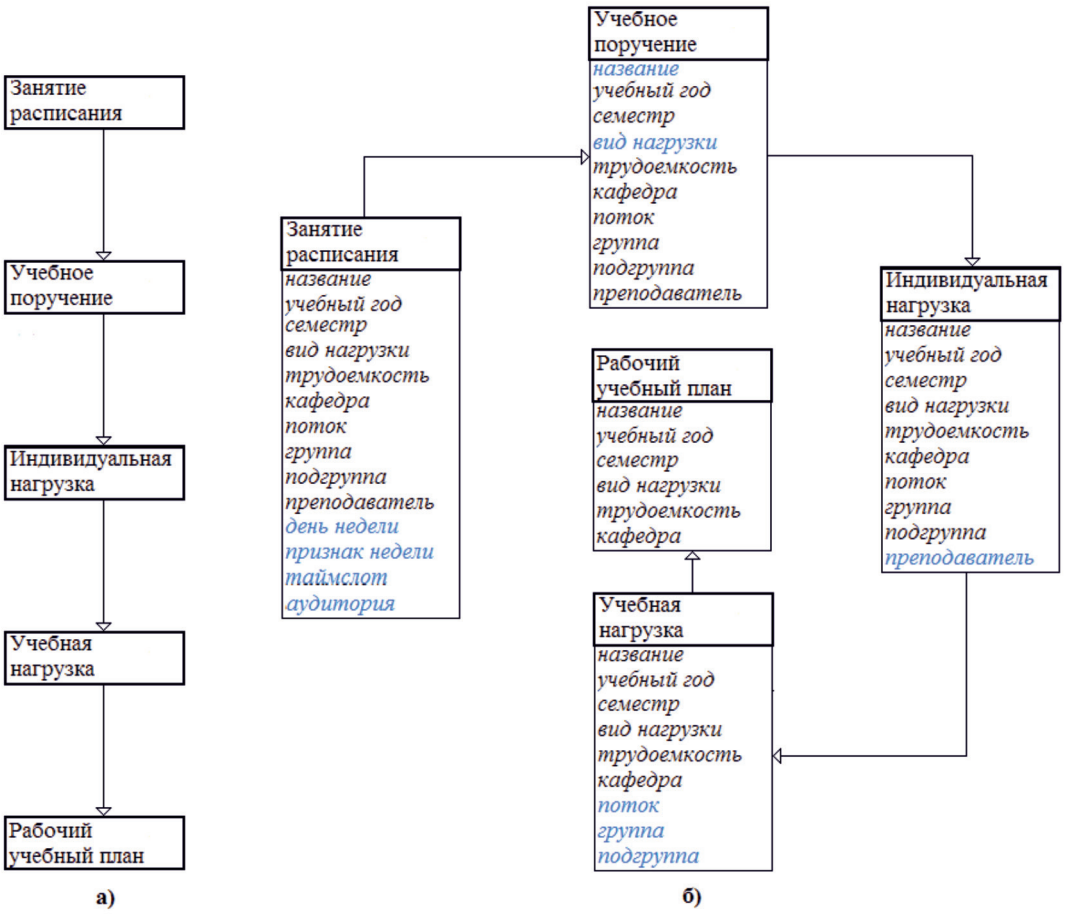


Рис. 1. Ключевые агрегации проекта: а) структура наследования; б) диаграмма агрегаций

Агрегация «**Учебная нагрузка**» – рассчитанный объем учебной нагрузки кафедр вуза для *учебного года* и определенного контингента студентов;

Компоненты агрегации:

– *поток* – объединение нескольких групп для реализации некоторых видов нагрузки;

– *группа* – академическая группа;

– *подгруппа* – объединение нескольких студентов *группы* для реализации некоторых *видов нагрузки*, например занятий по иностранному языку или по информатике;

– Агрегация «**Индивидуальная нагрузка**»:

– *преподаватель* – преподаватель кафедры, которому запланировано выполнение *нагрузки* в данном *учебном году*.

– Агрегация «**Учебное поручение**» – информационная структура, формируемая на основе индивидуальной нагрузки *преподавателя*;

– Компоненты агрегации:

– *название* – для данной агрегации название дисциплины;

– *вид нагрузки* – для данной агрегации лекция, семинар, практическое или лабораторное занятие, зачет, экзамен;

– Агрегация «**Занятие расписания**».

Компоненты агрегации:

– *день недели* – день проведения занятия;

– *признак недели* – признак одной из двух недель расписания занятий вуза;

– *таймслот* – «пара» проведения занятия;

– *аудитория* – аудитория проведения занятия.

Возможно рассмотрение агрегации «**Экзамен расписания**», во многом повторяющей агрегацию «**Занятие расписания**».

После установления смысла агрегаций и их компонент диаграмма ключевых агрегаций (рис. 1) может рассматриваться как предварительная концептуальная модель предметной области управления учебным процессом вуза. Анализ этой модели позволяет сделать следующие предварительные выводы:

– имена агрегаций и их компонент могут стать именами объектов базы данных;

– формирование каждой ключевой агрегации может стать задачей отдельного модуля интегрированной системы;

– переходы между уровнями наследования ключевых агрегаций определяют последовательность выполнения модулей системы.

Формирование ключевых агрегаций связано с включением в них дополнительных агрегаций (рис. 2, а).

Для расчета учебной нагрузки кафедр вуза необходимо предварительное формирование дополнительной агрегации «**Поток, группа, подгруппа**», содержание компонент которой уже определено ранее. Распределение индивидуальной нагрузки возможно только после расчета штатного расписания профессорско-преподавательского состава (ППС) и формирования дополнительной агрегации «**ППС кафедры**». То есть модуль расчета штатного расписания должен быть включен в состав интегрированной системы. Используемая в таком модуле методология может быть как традиционной с фиксированными объемами нагрузки для каждой единицы ППС, так и с использованием других подходов [4]. Для разработки расписаний занятий и экзаменов необходимо формирование дополнительной агрегации «**"Сетка" расписания**». Все три дополнительные агрегации формируются для конкретного учебного года. Роль дополнительных агрегаций заключается в последовательном перенесении их информации в ключевые агрегации.

Для организации работы интегрированной системы предлагаются две вспомогательные агрегации «**Структура вуза**» и «**Дисциплина-поток**» (рис. 2, б). Первая необходима для организации ввода исходных данных, в нее включены идентификаторы всех учебных планов специальностей и направлений всех форм обучения вуза для конкретного *учебного года*. Объединение информации об учебных планах необходимо для организации последующей централизованной обработки.

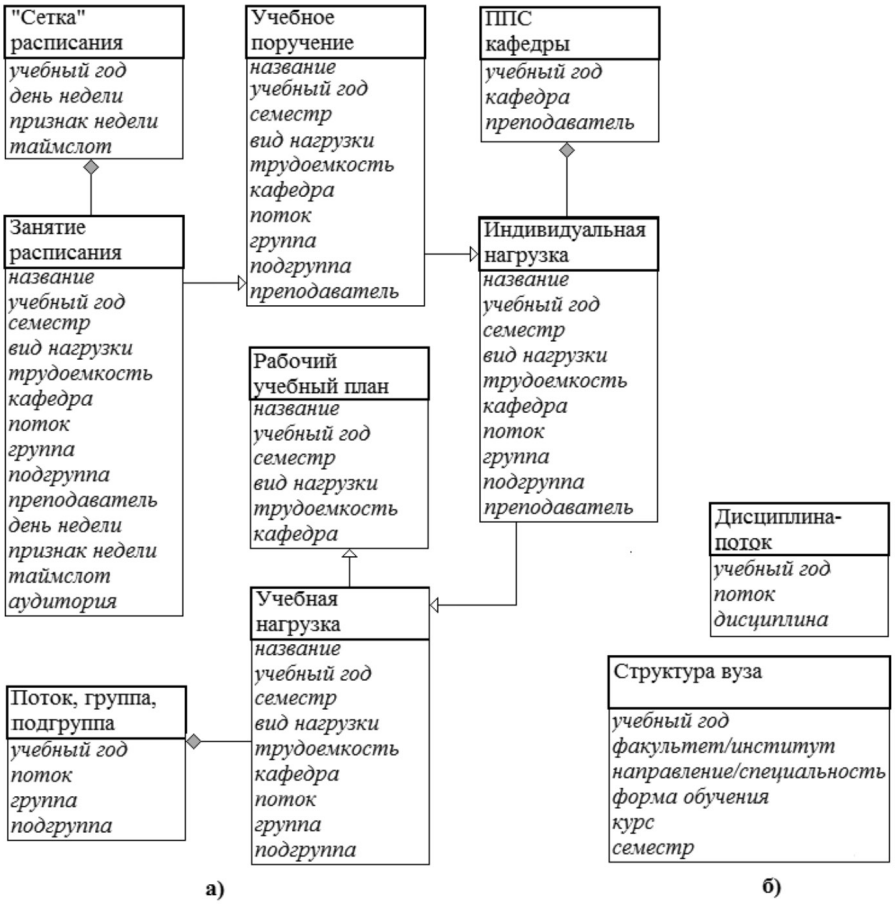


Рис. 2. Концептуальная модель проекта: а) диаграмма ключевых и дополнительных агрегаций; б) вспомогательные агрегации

Агрегация «**Структура вуза**».

Компоненты агрегации:

– *факультет/институт* – структурные подразделения, осуществляющие образовательную деятельность вуза;

– *направление/специальность* – основные образовательные программы вуза в *учебном году*;

– *форма обучения* – бюджетная/компенсационная (внебюджетная), смешенная – для академических групп, в которых обучаются студенты разных форм обучения;

– *курс* – курс образовательной программы *направления/специальности* вуза;

– *семестр* – семестр *курса*.

Агрегация «**Структура вуза**» в интегрированной системе играет двойную роль. Во-первых, агрегации «**Структура вуза**» и «**"Сетка" расписания**» являются объектами концептуального планирования, а их формирование перед началом учебного года является прерогативой руководства вуза и определяет многие аспекты организации учебного процесса [6]. Во-вторых, использование агрегации «**Структура вуза**» в качестве источника строк для форм пользовательского интерфейса обеспечивает процедуру ввода исходных данных.

Унификация процедур расчета учебной нагрузки на планируемый *учебный год* обеспечивается введением вспомогательной агрегации «**Дисциплина-поток**» (рис. 2, б), объединяющей первичные ключи дисциплины учебного плана и потока академических групп, обучающихся по соответствующей образовательной программе.

Представленные десять агрегаций образуют окончательную концептуальную модель проекта интегрированной системы управления учебным процессом вуза (рис. 2).

Агрегации модели и их компоненты определяют схему базы данных проекта интегрированной системы. На рис. 3 представлен фрагмент схемы базы данных существующей информационно-управляющей системы (ИУС) Саратовской государственной юридической академии, отдельные решения которой будут иллюстрировать дальнейший материал статьи в качестве макетов.

На рис. 4 представлен бланк запроса, формирующего агрегацию «**Структура вуза**», которая использована в качестве источника строк формы ввода исходной информации (рис. 5). Форма (рис. 5) обеспечивает создание агрегаций «**Рабочий учебный план**», «**Поток, группа, подгруппа**», «**Дисциплина-поток**» с помощью подчиненных форм соответствующих вкладок.

Примеры применения агрегации «**Дисциплина-поток**» для расчета учебной нагрузки кафедр приведены в [14].

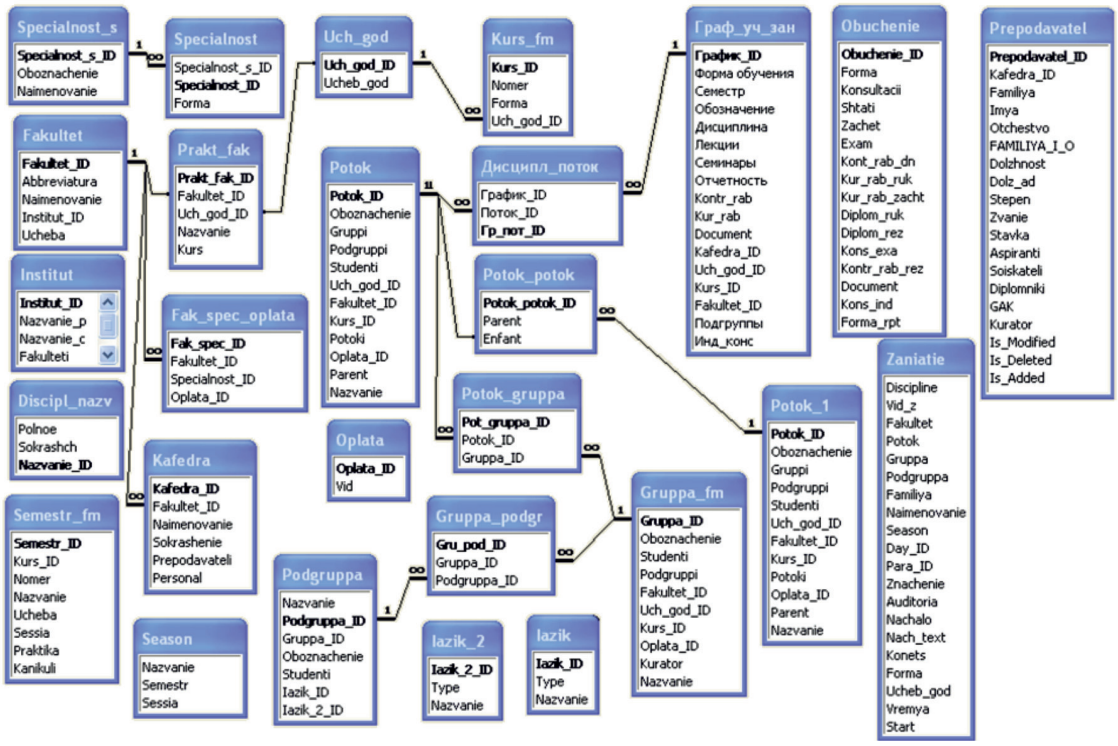


Рис. 3. Фрагмент схемы базы данных ИУС [14]

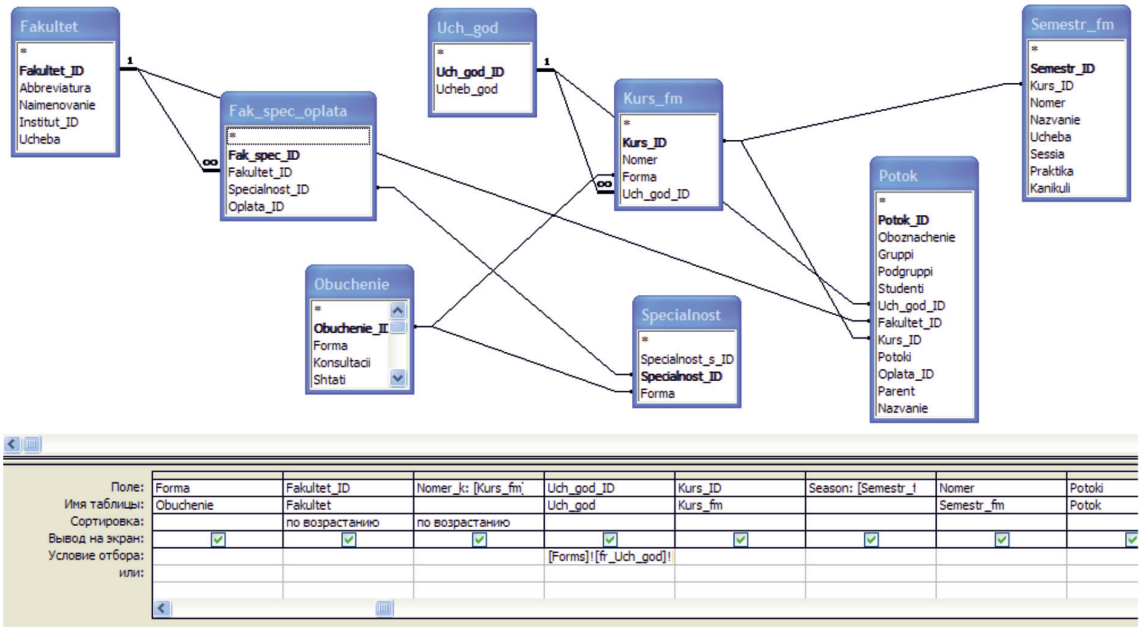


Рис. 4. Бланк запроса, формирующего агрегацию «Структура вуза»

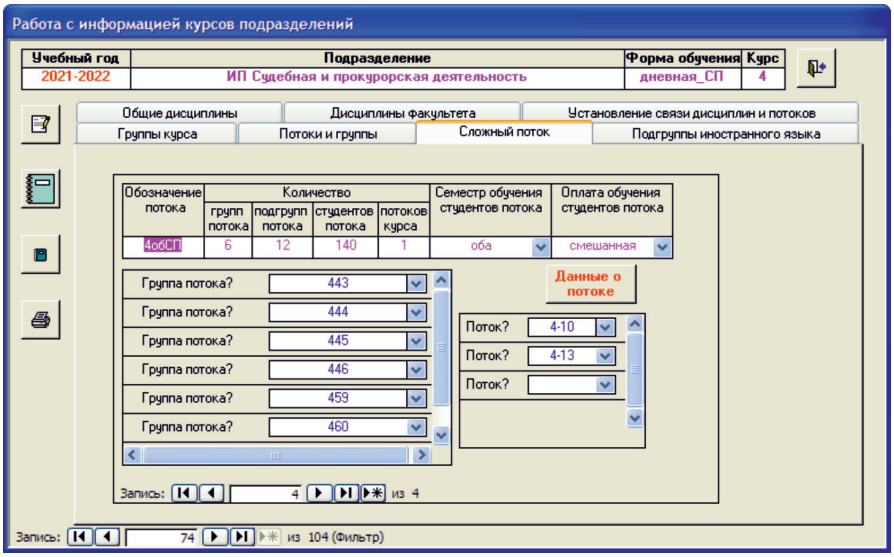


Рис. 5. Форма ввода исходной информации для расчета учебной нагрузки кафедр

Заключение

Представлены десять агрегаций, формирующих концептуальную модель предметной области управления учебным процессом вуза. Модель позволяет интегрировать задачи управления учебным процессом вуза.

Список литературы

1. Ананьев П.И., Кайгородова М.А. Развитие единого информационного пространства как стратегическое направление в управлении образовательной организацией // Южно-Сибирский научный вестник. 2020. № 1 (29). С. 29–33.

2. Зафиевский А.В. Автоматизация управления учебным процессом в вузе // Успехи современного естествознания. 2010. № 1. С. 115–117.

3. Зыкина А.В., Канева О.Н., Крейдунова В.В. Оптимизация системы управления учебным процессом в вузе // Информация и образование: границы коммуникаций. 2016. Т. 12 № 3–2. С. 23–31.

4. Корольков С.А., Лосев А.Г., Тараканов В.В. Управление образовательными программами через внедрение учебно-финансовых планов // Университетское управление: практика и анализ. 2016. № 4 (104). С. 49–55.

5. Максимяк И.Н., Шкаберин В.А., Потапов М.Л. Анализ основных бизнес-процессов образовательной деятельности высшего учебного заведения для повышения эффективности управления // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 9. С. 69–80.

6. Дочкин С.А. Автоматизированная система планирования учебного процесса вуза: сущностные проблемы внедрения. Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 5 (111). С. 148–154.

7. Клеванский Н.Н., Глазков В.П., Сапаров Е.К., Воронкова И.В. Интеграция задач управления учебным процессом вуза // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 8. С. 44–50.

8. Smith Joahn Miles, Smith Diane C.P. Principles of Database Conceptual Design, Lecture Notes in Computer Sciences, 132, 1982, 114–146. by Springer Verlag, 1982. (Дж. Смит, Д. Смит. Принципы концептуального проектирования баз данных. В сб. Требования и спецификации в разработке программ. С. 165–198. Пер. с англ. М., 1984. 344 с.

9. Тальхайм Б. О концептуальном моделировании // Интеллектуальные системы. 2006. Т. 10. № 1–4. С. 303–342.

10. Mayr H.C., Thalheim B. The triptych of conceptual modeling. Softw Syst Model 20, 7–24 (2021). DOI: 10.1007/s10270-020-00836-z.

11. Smith J.M., Smith D.C.P. Database Abstractions: Aggregation and Generalization. ACM Transactions on Database Systems, Vol. 2. No. 2, June 1977, P. 405–413.

12. Клеванский Н.Н., Берднова Е.В. Программа расчета учебной нагрузки высшего учебного заведения // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019613632, 20.03.2019. Заявка № 2018664913 от 21.12.2018.

13. Клеванский Н.Н., Берднова Е.В., Слепцова Л.А. Программа интерактивного формирования расписаний занятий и экзаменов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019617812, 20.06.2019. Заявка № 2019616720 от 04.06.2019.

14. Ткачев С.И., Клеванский Н.Н., Глазков В.П., Воронкова И.В. Интегрированная система управления учебным процессом вуза: анализ агрегаций проекта. В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК: материалы V Международной научно-практической конференции. Под ред. С.И. Ткачева. Саратов, 2021. С. 267–276.

УДК 62-519

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ СУДОВОГО ГЛАВНОГО МАЛООБОРОТНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ШТОРМОВЫХ УСЛОВИЯХ

[1]Куколев А.А., [2]Пиотровский Д.Л., [3]Подгорный С.А.

[1]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: sashanius@yandex.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского», Москва, e-mail: piotrovsky2005@yandex.ru;

[3]ГБОУ ВО «Университет «Дубна», Дубна, e-mail: saptich@rambler.ru

На протяжении эксплуатации судовой главный малооборотный двигатель подвергается множеству воздействий – климатических, эксплуатационных, нагрузочных и прочих. Коэффициент полезного действия, напрямую зависящий от способности преодолевать эти воздействия, прямо пропорционально влияет на значительное количество материальных издержек, связанных с морскими транспортными перевозками. Поэтому первостепенной задачей обеспечения эффективности работы морского транспорта является поддержание работоспособного состояния движительных комплексов вкупе с минимизацией влияния возмущающих внешних нагрузочных и климатических воздействий. Стоит заметить, что одним из основных и наиболее слабо поддающихся анализу и защите от него воздействий является волнение морской глади. Однако оно оказывает весьма значительное влияние на работу главной энергетической установки, непременно снижая ее коэффициент полезного действия и увеличивая материальные издержки на эксплуатацию и обслуживание. Данная статья предлагает к рассмотрению один из способов борьбы с возникающими при сильном волнении моря колебаниями морской глади. Алгоритм построен на основе интеграции нейросетевой структуры, а также нечеткого регулятора в составе нейросетевого корректирующего звена в систему управления частотой вращения судового главного малооборотного двигателя.

Ключевые слова: автоматическое управление, система, нейронная сеть, нечеткое управление, судовой главный двигатель

MARINE MAIN ENGINE SPEED OF ROTATION CONTROL SOLUTION WHITHIN STORMY CONDITIONS OPERATION

[1]Kukolev A.A., [2]Piotrovskiy D.L., [3]Podgornyy S.A.

[1]Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: sashanius@yandex.ru;

[2]K.G. Razumovskiy Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, e-mail: piotrovsky2005@yandex.ru;

[3]Dubna State University, Dubna, e-mail: saptich@rambler.ru

Marine main engine is known to be subject to the large variety of different impacts: load ones, operational, climatic etc. Therefore, its efficiency can be directly proportional to the significant number of financial costs regarding transport operation. Thus, the main marine shipping efficiency goal can be represented as marine main engine reliability provision together with control process optimization. One of the most important marine main engine impacts is the sea water surface swell. But it can be complicated in assessment and measurement because it can require large number of measuring devices, being complex in maintenance and construction. However, sea water surface swell can lead to the list of undesirable main engine operation results, e.g. speed of rotation fluctuations, significant vibration, fuel consumption and so on. This article illustrates the method to fight the speed of rotation fluctuations during large deadweight ship rough sea condition navigation. The algorithm in question uses neural network application together with fuzzy logic controller, being used as additional main engine speed of rotation control system feedback link.

Keywords: automatic control, system, neural network, fuzzy control, marine main engine

Очевидно, что для вновь вводимых в эксплуатацию движительных комплексов, для которых информация по эксплуатации может на практике ограничиваться одними лишь математическими моделями и расчетами, задача оптимизации управления в условиях неопределенных периодических внешних возмущений становится слабо поддающейся решению. В этом случае целесообразно вводить в эксплуатацию объект управления с возможностью обучения корректирующих устройств, а также накопления массива эксплуатационной информации, что также может быть затруднено ввиду повышенных требований к компетенции обслуживающего персонала, необходимости регулярного прохождения судном маршрутов с разнообразными условиями движения, нежеланием заказчика получать в распоряжение «незаконченный» продукт, обладающий рядом технических ограничений. Опыт западных проектировщиков малооборотных двигателей позволяет судить об определенной абстрагированности от этого вопроса ввиду нечастой необходимости в корректировке регулирующих воз-

действий при движении в штормовых условиях. Однако для территории России с ее протяженным морским побережьем и суровым северным климатом вопрос оптимизации управления движительными установками крупнотоннажных морских судов стоит достаточно определенно.

В связи с этим авторами была сформулирована цель исследования – рассмотреть и проанализировать возможность использования нейросетевой структуры вместе с нечетким регулятором для повышения эффективности управления судовым главным малооборотным двигателем в штормовых условиях.

Материалы и методы исследования

Концепция предлагаемого авторами алгоритма заключается в параллельной работе объекта управления и математической модели объекта в штормовых условиях. Регулирующее воздействие рассчитывается перманентно как для реального объекта, так и для модели. На вход нейронной сети также поступает непрерывный аналоговый сигнал, однако он подвергается дискретизации, так как конфигурация сети подразумевает подачу на вход сети вектор-столбца входных значений. Таким образом, непрерывное аналоговое значение действительной регулируемой величины поступает на вход дискретизатора, разбивающего ее на итерации посредством блоков задержки и инвертирует вектор-столбец в обратном направлении. Каждую итерацию вектор-столбец обновляется в соответствии с текущим значением частоты вращения коленчатого вала. Выходом нейронной сети служит непрерывное значение определенной частоты синусоидального возмущения, которое подвергается дополнительной фильтрации.

Общий вид модели показан на рис. 1. В состав модели входит реальный объект управления («СМОД»); математическая модель объекта управления, рассчитываемая перманентно параллельно процессу управления объектом («ММ СМОД»), искусственная нейронная сеть для расчета частоты синусоидального воздействия («ИНС»); ограничитель, а также определитель среднего значения частоты воздействия (блоки «Дискретизатор» и «Фильтр»). Кроме того, в состав модели входит нечеткий регулятор для определения значения необходимой задержки времени для корректировки значения регулирующего воздействия регулятора («НР»). В дополнение функцию подачи воздействия реализуют блоки «Переключатель», «Источник синусоидальной нагрузки», «Генератор синусоидального сигнала», «Часы» и прочие.

Рассмотрим интеграцию предлагаемой концепции для случая частоты вращения коленчатого вала главного двигателя, равной 75 об/мин и соответствующей навигационному полному ходу, а также последующему появлению синусоидального возмущения через 40 с после начала моделирования процесса. В начальный момент времени заданное значение частоты вращения поступает с машинного тел («МТ») на элемент сравнения, где определяется текущая ошибка регулирования. Далее ошибка регулирования поступает на вход регулятора, где определяется регулирующее воздействие в соответствии с ПИД-законом управления [2].

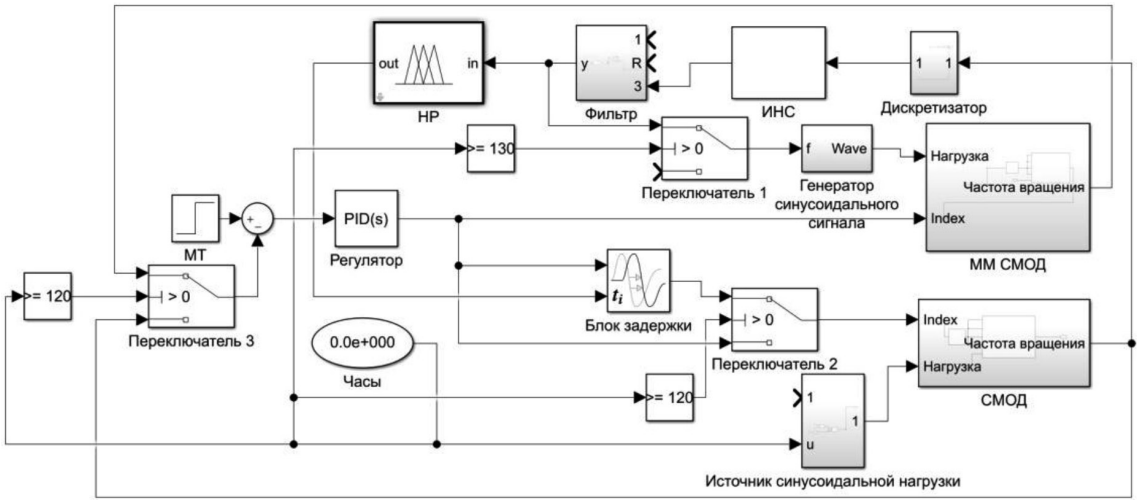


Рис. 1. Структурная схема системы управления частотой вращения СМОД с интегрированным нейросетевым корректирующим контуром обратной связи

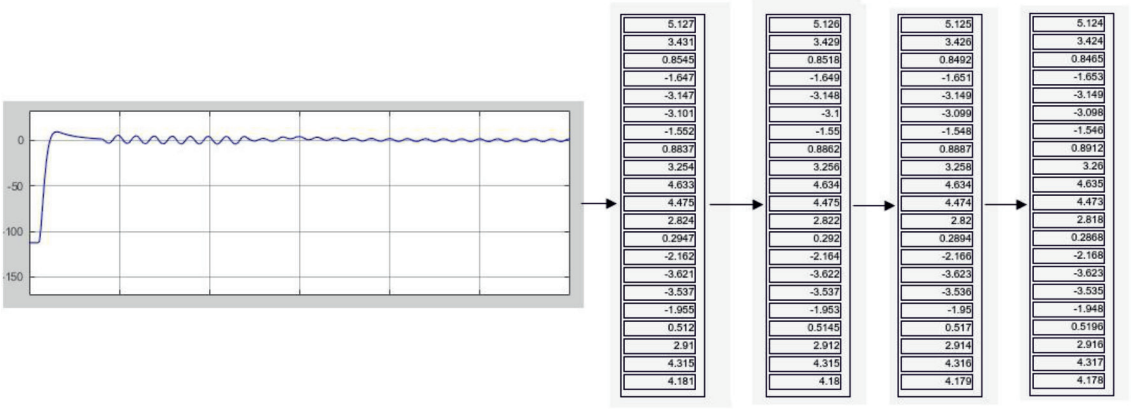


Рис. 2. Предварительное преобразование непрерывного аналогового сигнала в блоке дискретизации

Рассчитанное регулирующее воздействие в виде электрического сигнала поступает на усилитель и далее в контур подготовки подачи топлива, где посредством расчета выходных воздействий передаточных функций определяется расход топлива каждого из шести цилиндров $G_{ц}$.

Определенное значение поступает на вход модели судового главного малооборотного двигателя, выходным значением которой является значение регулируемой величины – частоты вращения $X_{т}$. Одновременно с реализацией функции обратной связи текущее значение регулируемой величины поступает на формирователь входного значения искусственной нейронной сети «Дискретизатор». Данный модуль необходим в связи с использованием искусственной нейронной сети и необходимостью сведения аналогового входного значения, изменяющегося в пределах [-60; 0] (для полного заднего хода) и [0; 80] (для полного переднего хода) к значениям [-4; 4] – амплитудным величинам массива входных воздействий ИНС. В задачу модуля входит математическое преобразование синусоидальных входных значений одной амплитуды в значения другой амплитуды, но той же частоты.

Преобразованное значение регулируемой величины поступает в модуль определения частоты синусоидального сигнала на основе искусственной нейронной сети. Предварительное преобразование непрерывного аналогового сигнала в блоке дискретизации при работе на том же режиме имеет вид (рис. 2).

Последующая обработка вектор-столбца возлагается на разработанную структуру ИНС [1]. Нейронная сеть формирует непрерывный сигнал диапазона [0.05; 0.145] Гц, соответствующий частоте входного сигнала частоты вращения коленчатого вала. Однако в данной конфигурации становится неизбежным возникновение помех и шумов, особенно при возникновении переходных процессов, что неизбежно сказывается на точности работы ИНС и качестве управления процессом. По этой причине на этапе разработки в состав модели был включен модуль отбора выборки («Фильтр») на интервале времени с $t_1 = 70$ по $t_2 = 100$ с, отсекающий все значения регулируемой величины в переходном процессе и после значения t_2. Необходимое в данном случае определение среднего значения за период времени $t_1 ... t_2$ реализуется блоком определения среднего, входящего в блок «Фильтр».

Блок реализует задачу поиска среднего в соответствии с передаточной функцией [3]:

$$W_{mvd} = \frac{0.05 \cdot (1 - e^{-20 \cdot t})}{s}.$$

Полученное окончательное значение частоты синусоидального воздействия поступает на вход нечеткого регулятора для расчета значения времени задержки подачи регулирующего воздействия на вход объекта.

Так как задача поддержания заданного значения частоты вращения главного двигателя возлагается на ПИД-регулятор, то задачу нечеткого регулятора следует обозначить как реализацию корректирующего воздействия, а весь контур в составе искусственной нейронной сети и нечеткого регулятора – нейросетевым корректирующим звеном (НКЗ) обратной связи.

Рассматривая работу НКЗ с нечетким регулятором применительно к данной системе, следует сделать ряд определенных замечаний: для оптимальной работы нечеткого регулятора на его вход должно по-

ступать непрерывное значение частоты возмущающего воздействия. Нечеткое множество A, соответствующее множеству кортежей $<x, \mu A(x)>$, где x – элемент универсума (в данном случае – элемент множества [0.05; 0.145]), а $\mu A(x)$ – функция принадлежности, ставящая элементу x_i, принимающая значение в пределах [0; 1], определяет весь массив входной информации, необходимой для корректной работы нечеткого регулятора [4].

В итоге поступающий на вход НР массив информации порождает на множестве всех десятичных цифр $X = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ конечное нечеткое множество *A (частота воздействия 0.05 Гц) = {<0.05, 1>, <0.1, 0.8>, <0.15, 0.2>, <0.2, 0>, <0.25, 0>, <0.3, 0>, <0.35, 0>…}*. На основе данного множества строится график функции принадлежности нечеткого множества «частота воздействия 0.05 Гц».

Классическая интерпретация процесса нечеткого вывода содержит несколько основных этапов (рис. 3) [5, 6]. Рассматриваемый алгоритм может быть реализован неоднозначным способом. В данном исследовании авторами была предпринята попытка использования алгоритма Сугено.

Рис. 3. Алгоритм классической интерпретации нейронечеткого вывода

Тогда кусочно-линейные, а также Z-образные функции принадлежности можно представить в виде

$$f_{mid} = \begin{Bmatrix} 0, f < 0.06 \\ \frac{x - 0.06}{0.1 - 0.06}, 0.06 < f < 0.1 \\ \frac{0.135 - x}{0.135 - 0.1}, 0.1 < f < 0.135 \\ 0, f > 0.135 \end{Bmatrix} f_{low} = \begin{Bmatrix} 1, f = 0.05 \\ \frac{0.14 - x}{0.14 - 0.05}, 0.05 < f < 0.14 \\ 0, f > 0.14 \end{Bmatrix}$$

$$f_{high} = \begin{Bmatrix} 0, f < 0.055 \\ \frac{x - 0.055}{0.145 - 0.055}, 0.06 < f < 0.1 \\ 1, f = 0.145 \end{Bmatrix}$$

Аналогично классическим продукционным системам важным компонентом нечетких систем является метод вывода заключений на базе правил нечетких продукций. Среди методов различают прямой и обратный. Первый (fuzzy forward-chaining reasoning) подразумевает замену классической импликации АэВ (где А и В – некоторые посылки правила) на правило: «ЕСЛИ x есть $\mathcal{A}$, то y есть $\mathcal{B}$», где $\mathcal{A}$ и $\mathcal{B}$ есть нечеткие множества, а само правило нечеткой продукции представляет некоторое нечеткое отношение между переменными x и y. Для данного метода (Сугено) этап формирования базы правил отличается использованием только правил в форме [6]:

ПРАВИЛО #n: ЕСЛИ «β_1 есть α» И «β_2 есть α», ТО «$\omega = \varepsilon_1 \cdot a_1 + \varepsilon_2 \cdot a_2$»,

где ε_1 и ε_2 – есть действительное число, ω – выходная лингвистическая переменная.

В данном случае количество правил продукций регламентируется количеством нечетких значений входной величины, то есть частоты. В текущей конфигурации оно равно трем. Соответственно, целесообразно сформулировать двадцать правил продукций, представляющих алгоритм корректного определения параметра звена запаздывания.

ПРАВИЛО #1: ЕСЛИ «частота возмущающего воздействия *низкая*», ТО «параметр звена запаздывания *t* принимает максимальное значение».

ПРАВИЛО #2: ЕСЛИ «частота возмущающего воздействия *средняя*», ТО «параметр звена запаздывания *t* принимает среднее значение».

ПРАВИЛО #3: ЕСЛИ «частота возмущающего воздействия *высокая*», ТО «параметр звена запаздывания *t* принимает малое значение».

Фаззификация в данном методе реализуется посредством определения всех входных переменных системы, то есть множества значений $V = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$. Далее рассматривается каждое из подусловий правил «β_1 есть α». При этом значение α используется в качестве аргумента функции принадлежности $\mu(x)$. Тем самым определяется количественное значение $\mu(x)$, которое и является результатом фаззификации.

Агрегирование подусловий в методе Сугено реализуется посредством логической операции минимум-конъюнкции. Активизация подзаключений реализуется, во-первых, при помощи метода минимум-активизации [7]:

$$\mu'(y) = \min\{c_i, \mu(y)\},$$

где определяется степень истинности всех заключений правил нечетких продукций; во- вторых, осуществляется расчет значений выходных переменных каждого правила. Это достигается посредством использования формулы для определения заключения, только кроме переменных α_1 и α_2 подставляются значения входных переменных. Тем самым определяется множество значений выходных переменных $W = \{w_1, w_2, ..., w_n\}$.

Аккумуляция заключений нечетких правил продукций фактически отсутствует, поскольку расчеты осуществляются с обычными действительными числами.

Для дефаззификации выходных переменных используется модифицированный вариант в форме метода центра тяжести для одноточечных множеств, а именно [8]:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^{n} c_i},$$

где n – общее количество активных правил, в подзаключениях которых присутствует выходная лингвистическая переменная w_i.

В данном случае роль объекта управления играет звено подготовки топлива и главный двигатель. Роль датчика обратной связи – искусственная нейронная сеть для определения частоты синусоидального воздействия. Содержательная постановка задачи сводится к определению спектра значений параметра *t*, описывающего «Блок задержки» (рис. 1).

Исследуемый регулятор строится в редакторе систем нечеткого вывода FIS [9], при этом тип системы нечеткого вывода определяется как тип Сугено, метод логической конъюнкции – метод алгебраического произведения, метод логической дизъюнкции – метод алгебраической суммы, метод вывода заключения – метод минимального значения, метод агрегирования – метод максимального значения, метод дефаззификации – метод взвешенного среднего.

Этап дефаззификации считается законченным, когда для каждой из выходных логистических переменных (малое/среднее/высокое значение времени задержки) будут определены итоговые количественные значения в форме некоторого вещественного числа, то есть: t_{low} = 4,5 с, t_{mid} = 9,25 с, t_{high} = 14 с.

Полученная нечеткая структура способна корректировать параметр задержки звена запаздывания с целью компенсации синусоидального возмущения судового главного двигателя. Возможности полученной структуры можно продемонстрировать на примере поступающей на вход нечеткого регулятора кривой (рис. 4).

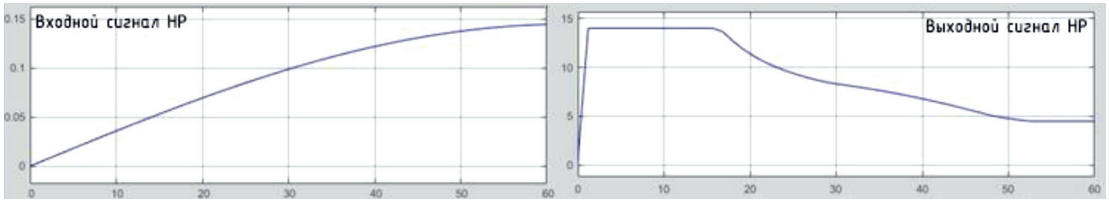


Рис. 4. Вход-выходная характеристика разработанного нечеткого регулятора

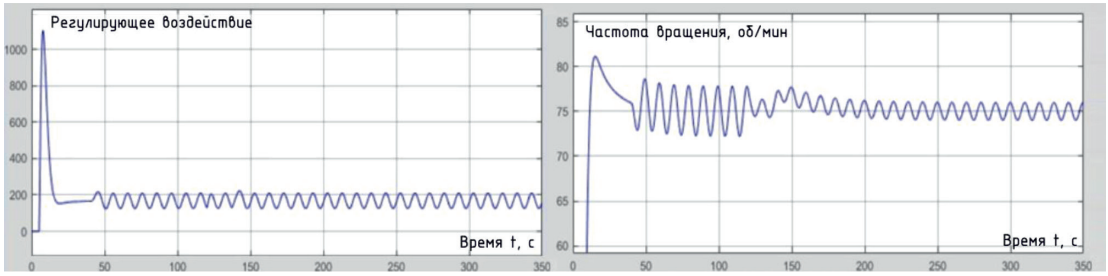


Рис. 5. Форма переходного процесса при работе СМОД на частоте вращения 75 об/мин и при синусоидальной нагрузке частотой 0.1 Гц, компенсируемой разработанной структурой

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная структура способна выполнять поставленные задачи с заданной степенью точности, позволяя корректировать значение настроечного параметра звена запаздывания в заданных пределах. Реакцией ИНС служит определение частоты непрерывного значения, поступающего на ее вход сигнала; при этом заведомо не поддающиеся анализу значения отфильтровываются и отсекаются. Блок фильтрации позволяет вычислить оптимальный участок работы ИНС, по всему спектру которого определяется среднее и максимальное значение. Данное значение поступает на вход нечеткого регулятора и одновременно на формирователь синусоидального сигнала для модели главного двигателя («Генератор синусоидального сигнала» на рис. 1), выходной сигнал которого поступает на вход модели главного двигателя («ММ СМОД» на рис. 1), выходное значение которой поступает на вход основного регулятора, формирующего регулирующее воздействие, однако оно подается не напрямую на усилитель и объект управления, а через звено запаздывания, настроечный параметр которого регламентируется результатом работы нечеткого регулятора, определяющего эту величину при помощи входного сигнала частоты воздействия. При работе на частоте вращения 75 об/мин при синусоидальной нагрузке частотой 0,1 Гц блок выполняет преобразование (рис. 5).

Здесь переходной процесс инициализируется изменением заданного значения частоты вращения с 0 до 75 об/мин. После выхода объекта на заданный режим работы в момент времени $t = 40$ с изменяется нагрузка объекта управления. Симулируется движение судна при наличии штормовых условий плавания. Достигается это путем появления синусоидальной составляющей вида

$$S = 100 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

на входе передаточной функции по нагрузке объекта управления.

Заключение

После появления устойчивых по амплитуде и частоте колебаний регулируемой величины в пределах 72,2–77,8 об/мин в момент времени $t = 120$ с происходит переключение управления с управления по реакции объекта на управление по реакции модели. При этом в этот же момент времени значение измеренной частоты синусоидального возмущения подается на блок моделирования возмущения, а затем полученный сигнал – также на вход математической модели главного двигателя, заставляя значение моделируемой регулируемой величины изменяться по некоторой закономерности.

Полезным результатом данного алгоритма служит значительное снижение амплитуды колебаний регулируемой величины (рис. 5), что крайне положительно сказывается на увеличении ресурса цилиндро-поршневой группы, агрегатов и соответствующих финансовых затратах.

Список литературы

1. Пиотровский Д.Л., Куколев А.А., Подгорный С.А. Моделирование системы определения частоты синусоидальных сигналов на основе нейросетевой структуры // Безопасность цифровых технологий. 2020. № 1 (101). С. 20–32.

2. Пиотровский Д.Л., Подгорный С.А., Куколев А.А. Программное описание алгоритма работы ПИД-регулятора на языке C# для применения в замкнутой системе автоматического управления // Сборник научных трудов НГТУ. 2020. № 1–2 (97). С. 40–54.

3. Маторин С.И. Теория систем и системный анализ // Бакалавриат КноРус. М.: КноРус, 2021. 385 с.

4. Емельянов С.Г., Титов В.С., Бобырь М.В Автоматизированные нечетко-логические системы управления // Серия: Научная мысль. М.: Инфра-М, 2016. 176 с.

5. Ростовцев В.С. Искусственные нейронные сети // Серия: Компьютеры и программное обеспечение. Информатика. М.: Лань, 2021. 216 с.

6. Рыбин В.В. Основы теории нечетких множеств и нечеткой логики. М.: МАИ, 2020. 96 с.

7. Зак Ю.А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии. М.: «ЛИБРОКОМ», 2013. 352 с.

8. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.

9. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2+Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. М.: СОЛОН-Пресс, 2006. 456 с.

УДК 004.032.26:519.248

ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Носова М.Г., Фёдоров А.В.

ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Томск, e-mail: nosovamgm@gmail.com

В данной статье представлена разработка и исследование модели для прогнозирования численности населения в виде искусственной нейронной сети. В процессе исследования проводится выбор оптимальных средств и инструментов создания и моделирования нейронной сети, выполняется обучение и оптимизация модели нейронной сети. Для искусственной нейронной сети произведена оптимизация основных технологических характеристик: точность, соотношение тренировочного и обучающего множеств, количество эпох, архитектура сети. При решении данной задачи использованы данные о численности населения Российской Федерации за период с 1960 по 2019 г., на основании которых сделан прогноз до 2036 г. Наиболее высокую точность при высокой скорости обучения нейронной сети на тестовых данных показывает следующая модель искусственной нейронной сети: функция активации ReLU, количество скрытых слоев нейронной сети 5 и количество нейронов 100. Сеть обучилась достаточно успешно, поэтому полученные с ее помощью данные о численности населения Российской Федерации на период с 2019 по 2036 г. можно считать в той или иной степени корректными. Из чего следует, что разработанная нейронная искусственная сеть вполне пригодна для прогнозирования численности населения на краткосрочный период.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, численность населения, прогнозирование, демография

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR POPULATION FORECASTING

Nosova M.G., Fyodorov A.V.

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, e-mail: nosovamgm@gmail.com

This article presents the development and study of a model for predicting population size in the form of an artificial neural network. In the research, the choice of optimal means and tools for creating and modeling a neural network is carried out, training and optimization of the neural network model is performed. For an artificial neural network, the optimization of the main technological characteristics has been made: accuracy, the ratio of training and training sets, the number of epochs, and the architecture of the network. This task uses data of the population of the Russian Federation for the period from 1960 to 2019, on the basis of which a forecast is made until 2036. The fastest neural network learning rate on test data is shown by the following model of an artificial neural network: the activation function ReLU, the number of hidden layers of the neural network is 5 and the number of neurons is 100. The network has learned quite successfully, so that the data obtained with its help on the population of the Russian Federation for the period from 2019 to 2036 can be considered correct to one degree or another. It follows from this that the developed artificial neural network is quite suitable for predicting the population size in the short term.

Keywords: artificial intelligence, neural network, population, forecasting, demography

В настоящее время востребованными являются перспективные расчеты общей численности населения. Результаты демографического прогноза необходимы при планировании в экономических и социальных областях, например в образовании, производстве, здравоохранении, спорте и т.д. В связи с этим задача построения научно обоснованных демографических прогнозов, как на ближайшее, так и на более отдаленное будущее, является особенно актуальной [1].

Для прогнозирования численности населения Российской Федерации используются различные статистические методы [2–4] и методы математического моделирования [5–7]. Поскольку численность населения зависит от влияния ряда факторов, ее прогнозирование является безусловно сложной задачей. Изменение в одном факторе может сильнее или слабее повлиять на численность населения в различное время. Поэтому численность населения можно считать хаотичной системой [8].

Официальные демографические прогнозы в нашей стране на регулярной основе публикуются с 1993 г. [9]. Однако их реалистичность и степень определенности вызывают дискуссии в научных кругах, поскольку используемый, как правило, статистический подход плохо подходит для прогнозирования хаотических систем, таких как численность населения.

Многообразие статистических и математических моделей доказывает сложность построения общей модели процесса изменения демографической ситуации, которая включала бы в себя влияние всех общественных, экономических и биологических факторов [2, 4, 6]. Кроме того, в современных условиях необходимость развития методов и моделей прогнозирования усиливается неоднозначностью демографических трендов последних лет даже в сравнительно недолго-

срочной перспективе. В связи с этим проблема разработки новых математических моделей процесса изменения демографической ситуации, а также методов их исследования, является весьма важной и актуальной.

Одно из последних направлений в науке представлено искусственными нейронными сетями [10]. Известно об успешном применении искусственных нейронных сетей для прогнозирования в различных направлениях статистики [10]. Искусственные нейронные сети (ИНС) полезны в моделях, где базовые процессы имеют хаотичный характер. Поэтому, учитывая нелинейность данных численности населения, существует интерес в применении искусственных нейронных сетей для прогнозирования численности населения.

Целью данной работы является разработка новой математической модели для прогнозирования численности населения в виде искусственной нейронной сети, а также применение полученных результатов к исследованию процесса изменения численности населения в Российской Федерации.

Основные параметры модели нейронной сети для прогнозирования численности населения

ИНС представляет собой математическую модель и способна воспринимать информацию как биологический нейрон [11]. Основные компоненты нейронных сетей можно разделить на архитектуру и функциональные свойства. Архитектура определяет структуру сети, то есть количество искусственных нейронов в сети и их взаимосвязь. Функциональные свойства ИНС определяют способ обучения и получения прогноза. Фундаментальными исследованиями в области нейронных сетей занимался С. Хайкин. В его трудах приводятся математическое обоснование нейросетевых алгоритмов, примеров и описание компьютерных экспериментов с нейронными сетями [10].

В рамках проектирования искусственной нейронной сети был выбран язык программирования Python и фреймворк Keras. Keras обладает теми утилитами, которые позволят автоматизировать этот процесс.

Для подбора оптимальной модели искусственной нейронной сети будут протестированы следующие параметры:

– протестированы следующие функции активации: линейная, сигмоидальная, гиперболический тангенс и Rectified Linear Unit (ReLU);

– изменение глубины сети (количества скрытых слоев) с фиксированным количеством нейронов в каждом слое;

– изменение ширины сети (количества нейронов) с фиксированным количеством слоев.

Эксперименты с изменением глубины нейросети будут проведены по следующим параметрам:

– количество скрытых слоев изменялось с 2 до 6;

– количество нейронов в скрытых слоях фиксировано 50.

Эксперименты с изменением ширины нейросети проводились по следующим параметрам:

– количество нейронов в скрытых слоях изменялось на 10, 50, 100, 200, 500;

– количество скрытых слоев фиксировано 4.

Для определения численности населения необходимы данные о численности населения за прошлые годы с сайта World Bank Data [12]. В данных представлена статистика о численности населения с 1960 по 2019 г. по странам. В качестве тестирования используются данные о численности населения Российской Федерации (РФ).

В качестве проверки точности прогноза будет проведено сравнение полученных результатов с официальной статистикой численности населения от Федеральной службы государственной статистики (Росстат) с 2011 по 2019 г. по методу скорректированного квадратичного отклонения (adjusted R Squared) [9, 11].

Реализация модели искусственной нейронной сети

Для реализации ИНС для прогнозирования численности населения произведен анализ доступных библиотек машинного обучения. Среди рассматриваемых библиотек выделены Tensorflow, Keras, PyTorch, Caffe, Theano, Caffe, Deeplearning4J. Для выбора эффективной библиотеки рассмотрена задача классификации изображений, как самый распространенный тест эффективности библиотек машинного обучения. В анализе для выбранных библиотек реализована рекуррентная модель LSTM-типа ИНС с различными параметрами для оценки эффективности построения модели с помощью различных программных средств. Как уже говорилось ранее, в качестве оптимальной библиотеки выбрана Keras. Keras выгодно выделяется упрощением многих аспектов разработки ИНС, широкими настройками ИНС, совмещение в себе нескольких библиотек машинного обучения. В качестве языка программирования выбран Python. При реализации ИНС также использованы библиотеки Pandas, matplot, NumPy, Scikit-Learn и облачный сервис Google Colaboratory.

Для начала работы ИНС необходимо получить последние данные о численности населения с World Bank Data [12], предоставляющего csv файл с актуальными данными. С помощью методов drop(), transpose() и index() реализован поиск данных по стране Российская Федерация и установка индексов элементов на год. Федеральная служба государственной статистики предоставляет прогноз до 2035 г. в файле формата excel, поэтому получение данных из файла реализуется функцией read_excel(). Пример реализации указанных методов при вводе данных показан на рис. 1.

Делим полученные данные на тестовые и обучаемые, определив для них 2 массива и масштабировав от 0 до 1 для корректной работы вычислительных алгоритмов. Для этого используются методы MinMaxScaler fit_transform() из библиотеки Scikit-learn. Пример масштабирования данных с помощью метода MinMaxScaler показан на рис. 2.

Следующим шагом составим модель ИНС с помощью библиотеки Keras и следующих методов:

– Sequential() – обозначает последовательную нейронную сеть;

– Dense() объекта layers, определяет параметры добавляемого скрытого слоя, среди параметров выделяются количество слоев, функция активации;

– Compile() – представляет собой настройку процесса обучения ИНС, содержит определение функции ошибки, которая минимизируется в процессе обучения (например, среднеквадратичная ошибка), и оптимизатора, который определяет процедуру обучения, можно выделить оптимизатор Adam;

– Fit() – представляет собой реализацию обучения ИНС, определяет количество итераций обучения по всем входным данным (эпохи) и разбиение данных на меньшие блоки (пакеты), обрабатываемых моделью одновременно, в процессе обучения один пакет используется в градиентном спуске для вычисления изменения весов модели;

– Predict() – метод используется для получения прогнозируемых данных из ИНС после обучения сети.

Пример реализации модели ИНС с помощью методов библиотеки Keras показан на рис. 3.

Для оценки точности прогнозирования численности населения созданных моделей нейронной сети используется архитектура рекуррентной нейронной сети LSTM-типа. Для оценки масштабируемости рассмотренных библиотек расчет показателей производился для различных коэффициентов масштабирования сетей. Обучение искусственной нейронной сети производится на 80 % тестовых данных, а для проверки точности прогноза – оставшиеся 20 % данных. В качестве показателя точности используется коэффициент детерминации.

```
df = pd.read_csv('/content/country_population.csv')
ds = df[df['Country Name'] == 'Russian Federation']
ds = ds.reset_index()
ds = ds.drop(['Country Code','index','Indicator Code','Indicator Name','Country Name'], axis=1)
```

Рис. 1. Скриншот получения данных о численности населения в РФ

```
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
sc = MinMaxScaler()
train_sc = sc.fit_transform(train1)
test_sc = sc.transform(test1)
```

Рис. 2. Масштабирование данных методом MixMaxScaler

```
K.clear_session()
model1 = Sequential()
model1.add(Dense(50, input_shape=(X_test1ds.shape[1],), activation='relu', kernel_initializer='lecun_uniform'))
model1.add(Dense(50, input_shape=(X_test1ds.shape[1],), activation='relu', kernel_initializer='lecun_uniform'))
model1.add(Dense(50, input_shape=(X_test1ds.shape[1],), activation='relu', kernel_initializer='lecun_uniform'))
model1.add(Dense(1))
model1.compile(optimizer=Adam(lr=0.001), loss='mean_squared_error')
model1.fit(X_train1ds, y_train1ds, batch_size=40, epochs=200, verbose=1)
```

Рис. 3. Скриншот модели ИНС

При исследовании оптимальных параметров модели нейронной сети для прогнозирования численности населения наиболее точный прогноз на тестовых данных показала следующая модель искусственной нейронной сети: функция активации ReLU, количество скрытых слоев нейронной сети 5 и количество нейронов 100.

Сравнение точности прогноза реализованной искусственной нейронной сети для прогнозирования численности населения Российской Федерации

Для того чтобы сказать, что построенный с помощью нейронной искусственной сети прогноз численности населения правилен и адекватен, необходимо, чтобы рассчитанные нами значения численности населения с 2011 по 2018 г. были наиболее близки к статистическим данным Федеральной службы государственной статистики по этим годам [9]. Росстат осуществляет функцию по формированию официальной статистической информации о социальных, экономических, демографических и других процессах в РФ, а также в порядке и случаях, установленных законодательством РФ по контролю в сфере официального статистического учета. Методология прогнозирования демографической ситуации в РФ основывается на множестве показателей. Среди показателей, влияющих на официальную статистику, выделяются экономический достаток населения, областей проживания, множество показателей смертности населения от различных факторов (болезней, дорожно-транспортных происшествий и других), рождаемость, доля трудоспособного населения. Такое множество показателей требует больших затрат на составление формулы расчета численности населения, но обеспечивает основательную статистику. Сравнение результатов прогнозирования искусственной нейронной сети с реальными данными по численности населения позволит оценить перспективность расширения ИНС с включением большего числа показателей для увеличения точности расчета численности населения в РФ.

Представим на графике (рис. 4) данные по реальной численности населения согласно официальной статистике с 2011 по 2018 г. [9], данные прогноза Росстата за 2010 г. на этот период [9] и результаты прогноза численности, полученные с помощью ИНС. Нейронная сеть обучалась по данным до 2010 г.

Как видно из графика, прогноз ИНС до 2014 г. близок к реальным данным по численности населения (коэффициент детерминации 0,968). Однако в 2014 г. в состав Российской Федерации включен Крым, этим объясняется неожиданный рост численности населения на графике. Из-за включения в состав РФ Крыма следующая часть графика имеет низкую точность. Для решения подобных проблем необходимо сокращать дальность прогноза либо исключать подобные факторы.

На рис. 5 представлены результаты прогноза численности, полученные с помощью ИНС, и результаты прогноза численности населения Росстата до 2035 г. [9].

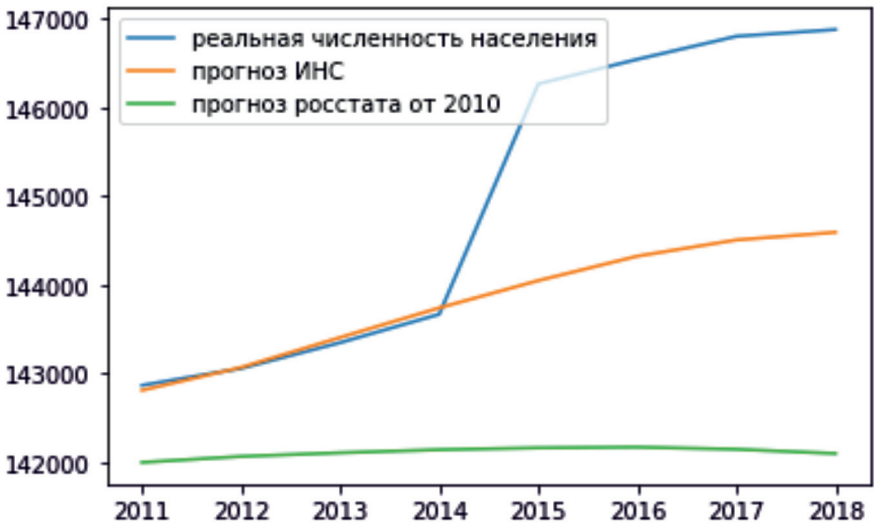


Рис. 4. График сравнения прогноза ИНС, официальной статистики численности населения РФ и прогноза Росстата

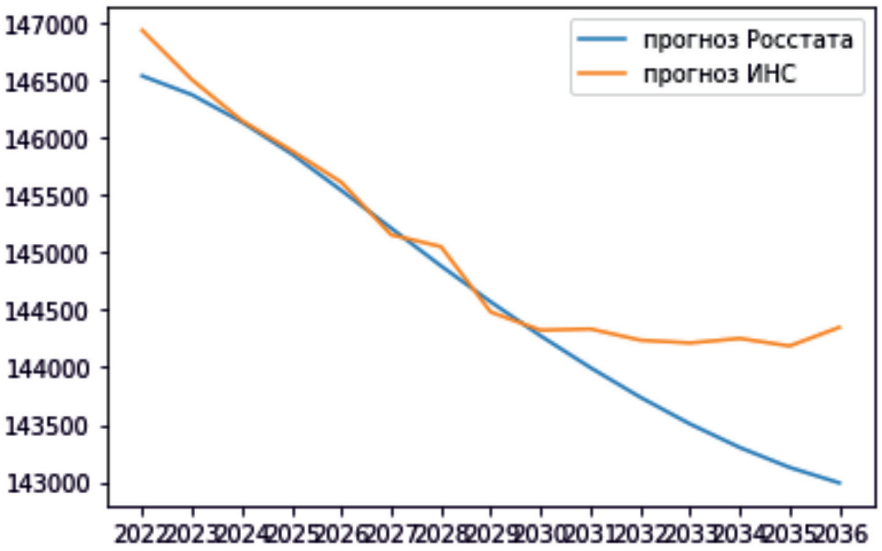


Рис. 5. График сравнения прогноза нейросети

Расхождение данных связано с пандемией COVID-19, это вносит свои изменения в график прогноза. В первые годы график прогноза ИНС соответствует графику прогноза Росстата, но после 2030 г. наблюдается расхождение.

Заключение

В результате выполнения данной работы была спроектирована и обучена нейронная сеть, которая была применена для прогнозирования численности населения Российской Федерации. Сеть обучилась достаточно успешно, поэтому полученные с ее помощью данные о численности населения Российской Федерации на период с 2019 по 2036 г. можно считать в той или иной степени корректными. Из чего следует, что разработанная нейронная искусственная сеть вполне пригодна для прогнозирования численности населения на краткосрочный период.

Опираясь на полученные в данной работе результаты, в дальнейшем планируется расширение ИНС с включением большего числа показателей для увеличения точности прогноза численности населения в РФ.

Список литературы

1. Косов П.И., Берендеева А.Б. Основы демографии. М.: Инфра-М, 2014. 288 с.

2. Носова М.Г. Автономная немарковская система массового обслуживания и ее применение в задачах демографии: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Томск, 2010. 204 с.

3. Girosi F., King G. Demographic Forecasting, Princeton: Princeton University Press, 2018. DOI: 10.1515/9780691186788.

4. Yarnykh E.A., Oleynikov B.I., Tsylina I.T. Statistical methods for the analysis of demographic processes within the region. 8th International Scientific Conference Science and Society. 2015. P. 117–123.

5. Носова М.Г. Стохастическая модель для прогнозирования численности населения // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. № . 9. С. 17–25.

6. Nosova M. A Mathematical Model of Population Growth as a Queuing System. arXiv preprint arXiv:2005.10518. 2020 May 21.

7. Hinde A. Demographic methods. Routledge, 2014. 320 p.

8. Антонова Н.Л. Демография. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 154 с.

9. Демография // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/12781 (дата обращения: 03.06.2021).

10. Хайкин С. Нейронные сети. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2016. 1104 с.

11. Ростовцев В.С. Искусственные нейронные сети: учебник. М.: Изд-во «Лань», 2019. 216 с.

12. Population // Data – World Bank Data – World Bank Group [Electronic resource]. URL: https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL (date of access: 03.06.2021).

УДК 661.183:669.213

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АЛЮМИНАТНЫХ РАСТВОРОВ

Половнева С.И., Ершов П.Р.

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный технический университет», Иркутск, e-mail: polovneva__si@mail.ru, ershov1955@mail.ru

Рассмотрены вопросы массовой кристаллизации из растворов в производстве гидроксида алюминия, систематизированы различные теории механизма кристаллизации, их достоинства и недостатки, представленные в работах отечественных и зарубежных авторов. Утверждается, что с позиций только термодинамической теории невозможно обяснить все аспекты массовой кристаллизации. На основании научного обзора и результатов собственных исследований показано, что одним из важных факторов, влияющих на скорость образования центров кристаллизации из растворов, является присутствие в системе твердой фазы. При внесении затравки процесс гетерогенной нуклеации развивается и при небольших пересыщениях и приобретает цепной автокаталитический характер. Это явление обьясняется уменьшением работы образования зародыша при наличии готовой поверхности раздела фаз; влияние твердой фазы на скорость зародышеобразования определяется удельной поверхностью твердой фазы: частицы с малой удельной поверхностью (очень крупные или очень мелкие) не способны адсорбировать достаточное количество растворенного вещества, снижают скорость образования осадка. Приведены результаты промышленного опробования процесса кристаллизации, показавшие значительные колебания этого неконтролируемого параметра как на входе и выходе одного аппарата, так и по цепи аппаратов, следствием которых может явиться снижение качества продукционного осадка. Предлагается учитывать данный информативный фактор при исследовании кинетики и при управлении технологическим процессом в целях обеспечения оптимальной скорости осаждения, снижения потерь и обеспечения однородной дисперсности образующегося осадка. Для определения удельной поверхности предлагается разработанный авторами экспресс-метод анализа.

Ключевые слова: кристаллизация, контролируемые параметры процесса, пересыщение, удельная поверхность, твердая фаза

INFORMATIVE PARAMETER PROCESS OF CRYSTALLIZATION OF ALUMINUM SOLUTIONS

Polovneva S.I., Ershov P.R.

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: polovneva__si@mail.ru, ershov1955@mail.ru

The issues of mass crystallization from solutions in the production of aluminium hydroxide are considered, various theories of the mechanism of crystallization, their merits and disadvantages presented in the works of domestic and foreign authors are organized. It is argued that from the point of view of thermodynamic theory only it is impossible to explain all aspects of mass crystallization. Based on the scientific review and the results of their own research, it is shown that one of the important factors influencing the rate of formation of crystallization centers from solutions is the presence in the system of solid phase. When the seeding is introduced, the process of heterogeneous nucleation develops and at small overexertions and becomes chain autocatalytic. This phenomenon is explained by the decrease in the work of germ formation when the finished surface of the phase section is available; the effect of the solid phase on the vesing rate will be determined by the specific surface of the solid phase: particles with a small specific surface (very large or very small) are not able to absorb enough dissolved matter, reduce the rate of sediment formation. The results of the industrial trial of the crystallization process, which showed significant fluctuations in this uncontrolled parameter both at the entrance and exit of one device, and on the chain of devices, which may result in a decrease in the quality of production sediment. It is proposed to take into account this informative factor in the study of kinetics and in the management of the process in order to ensure optimal deposition rate, reduce losses and ensure a homogeneous variability of the sediment generated. An express analysis method developed by the authors is proposed to determine the specific surface and automation.

Keywords: crystallization, process control parameters, specific surface area, hard phase, automation

В производстве металлургического глинозема, минеральных удобрений и в других технологиях выделение компонентов из растворов основано на процессе кристаллизации. Для интенсификации и автоматизации этих технологий, для эффективного автоматизированного управления технологическими процессами осаждения, массовой кристаллизации необходимо знать закономерности протекания этих процессов, иметь их математическое описание. В течение многих лет ученые создавали и развивали теоретические основы процессов кристаллизации из расплавов, растворов и пульп. Но многие вопросы массовой кристаллизации, гетерогенной нуклеации, такие как влияние качества затравки, ее удельной поверхности на процесс зародышеобразования, механизм спонтанной кристаллизации, оставались малоизученными.

Целью исследования является поиск более информативного параметра для автоматизированного управления процессом массовой кристаллизации на основе ана-

лиза классических теорий кристаллизации и промышленного опробования процесса карбонизации алюминатных растворов. Предлагается при описании кинетики процессов гетерогенной кристаллизации учитывать такой информативный параметр, как удельная поверхность образующегося осадка, изучить изменяемость данного параметра в промышленных условиях, по длине каскада, на входе и выходе из отдельного карбонизатора с целью показать необходимость контроля и стабилизации удельной поверхности для получения продукционного осадка оптимальной крупности.

Материалы и методы исследования

Для измерения удельной поверхности продукционного осадка применялся стандартный хроматографический метод тепловой десорбции молекул аргона в потоке газа-носителя гелия. Расчет удельной поверхности выполнялся по уравнению БЭТ [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Классические теории зародышеобразования и роста кристаллов изложены в работах многих авторов [2, 3], где рассматривалось влияние на процесс образования и роста кристаллов таких факторов, как пересыщение, температура раствора, перемешивание, наличие примесей. Такой фактор, как поверхность образующейся твердой фазы, не исследовался. Вместе с тем признавалось, что ни термодинамическая, ни молекулярно-кинетическая, ни диффузионная теории полностью не описывают закономерности процесса гетерогенной кристаллизации. Металлургический глинозем получают в результате разложения алюминатных растворов перемешиванием с затравкой (выкручиванием), так и карбонизацией. Лимитирующей стадией этих процессов является кристаллизация гидроксида алюминия. Разложение алюминатных растворов идет в условиях массовой кристаллизации, которая имеет свои особенности, в отличие от механизма роста монокристаллов. В условиях массовой кристаллизации рост частиц происходит в широком диапазоне пересыщений при интенсивном перемешивании, с образованием сложных частиц, представляющих сростки из маленьких кристаллов со значительной поверхностью. В этих условиях более уместны закономерности, присущие гетерофазным реакциям. Исследованиями [4] показана роль термодинамических и кинетических факторов в процессе формирования реальной структуры химических осадков. Для математического описания процесса осаждения предлагается уравнение, достаточно приемлемое для алгоритмизации и управления, но не учитывающее параметры образующейся твердой фазы:

$$-\frac{dC}{d\tau} = k \cdot \left(C - C_p\right)^2, \qquad (1)$$

где C, C_p – концентрация насыщенного и равновесного растворов; τ – время; k – константа равновесия.

В работах ряда авторов [5, 6] отмечается высокая морфологическая изменчивость осадка гидроксида алюминия в зависимости от условий кристаллизации, что является основой формирования его продукционных свойств. Авторы совершенно обоснованно относят к основным факторам (параметрам) процесса температуру раствора, состав, скорость газации и длительность процесса, также оставляя без внимания поверхность образующейся твердой фазы. Вместе с тем удельная поверхность образующейся твердой фазы, по мнению авторов, может характеризовать действие целого ряда факторов: пересыщения, времени пребывания вещества в аппарате, наличия примесей и т.д. Прямое измерение такого параметра, как удельная поверхность твердой фазы, позволит получить дополнительную информацию о гетерогенной системе, что важно как при изучении кинетики процессов кристаллизации, так и при автоматизированном управлении технологическим процессом с целью обеспечения заданного качества получаемого продукта. Исходя из вышеизложенного были рассмотрены результаты пробоотбора продукционного осадка и исследован характер изменения его удельной поверхности в ходе технологического процесса карбонизации алюминатных растворов в цехе карбонизации алюминатных растворов АО «АГК».

Для обеспечения статистической достоверности результатов предварительно определялись минимальный объем выборки и интервал пробоотбора. Для заданной доверительной вероятности и величины относительной погрешности кристаллизации для параметра удельная погрешность осадка составила 185 проб; для параметра «содержание каустической щелочи» – 85 проб. Интервал пробоотбора определялся по графику (рис. 1) как время, при котором среднее квадратическое отклонение результатов измерения принимает постоянное значение, что свидетельствует о том, что автокорреляционная функция имеет спад. Согласно полученным результатам минимальный интервал отбора проб соответственно составил $\Delta t_1 = 1$ ч; $\Delta t_2 = 2$ ч.

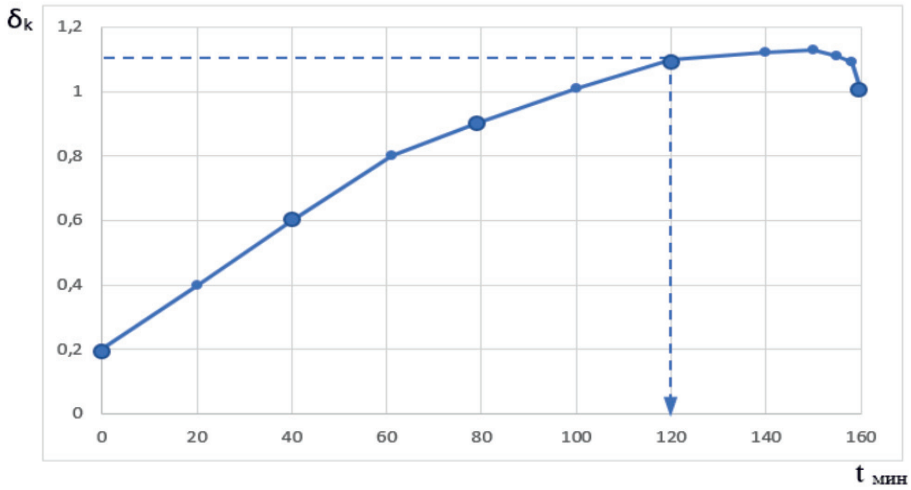


Рис. 1. Изменение среднего квадратического отклонения параметра «удельная поверхность осадка (σ_k)» при произвольном пробоотборе

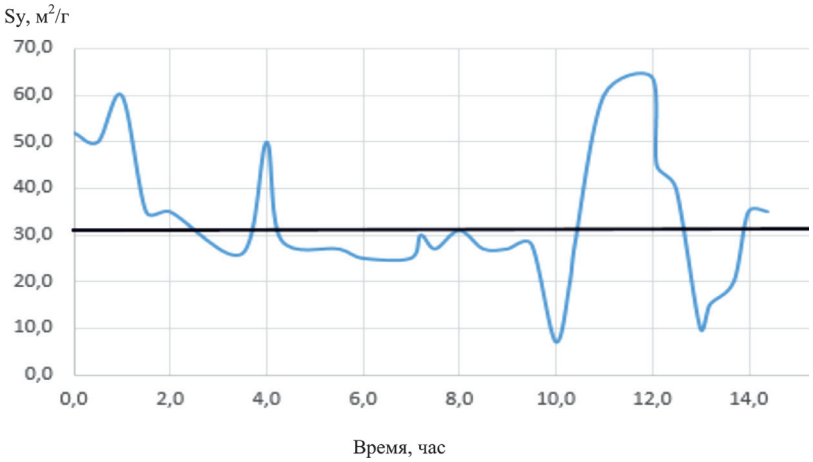


Рис. 2. График изменения удельной поверхности осадков в головном аппарате

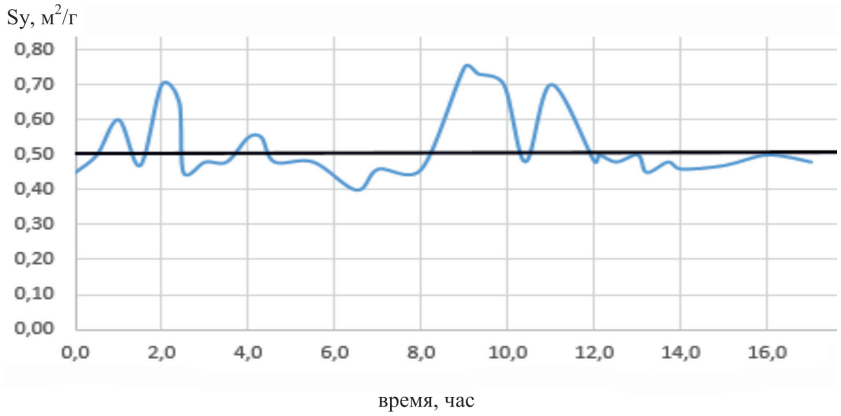


Рис. 3. Изменение удельной поверхности осадков в головном аппарате щелочной ветви

По результатам статистической обработки данных построены временные характеристики изменения удельной поверхности как по длине каскада, так и на входе и выходе отдельного карбонизатора, из которых следует, что удельная поверхность образующихся в головных аппаратах осадков изменяется в широких пределах: от 10 м^2/г до 63 м^2/г (рис. 2) и от 0,4 м^2/г до 0, 7 м^2/г (рис. 3).

В головных аппаратах нестабильность параметра «удельная поверхность твердой фазы» выше, чем в конце ветви (рис. 3). В конце каскада колебания этого параметра происходили в значительно меньшем диапазоне: от 0,23 м^2/г до 0,3 м^2/г (рис. 4).

Удельная поверхность осадка изменяется в широких пределах, что влияет на качество продукционного осадка, вызывает неоднородность его дисперсности. Необходимо измерять данный параметр и учитывать его значения в алгоритмах управления процессом карбонизации алюминатных растворов. Информационная модель объекта регулирования (карбонизатора) с учетом предлагаемого выходного параметра «удельная поверхность (Sy)» представлена на рис. 5.

Получена статистическая модель процесса разложения алюминатных растворов как уравнение связи между входными, выходными регулируемыми параметрами и управляющим воздействием. В качестве управляющего воздействия выбран технологический параметр, оказывающий максимальное влияние на баланс.

Отсутствие текущего контроля данного параметра приводит к образованию осадка, неоднородного по дисперсному составу, что снижает качество продукта. Вместе с тем в настоящее время выпускаются как отечественные, так и импортные измерительные устройства для измерения удельной поверхности в лабораторных условиях методом (БЭТ) тепловой десорбции аргона или азота (таблица).

Как показывают полученные графики (рис. 6), процесс измерения состоит из фазы охлаждения пробы и адсорбции молекул адсорбата (аргона) на ее поверхности (а) и по завершении – фазы отепления пробы и десорбции молекул адсорбата с измеряемой поверхности (рис. 6б).

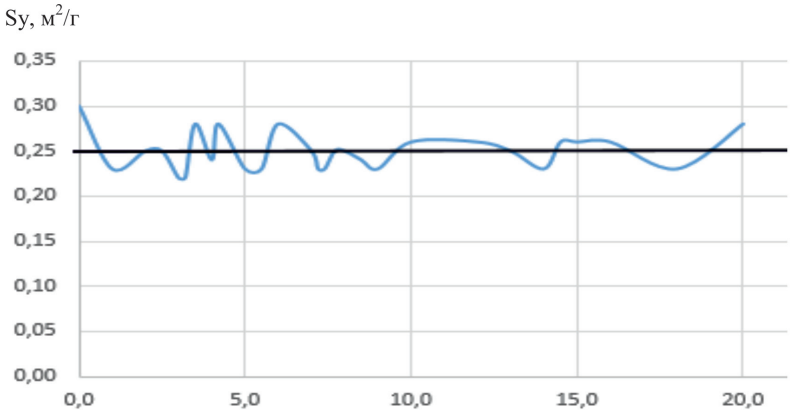


Рис. 4. Изменение удельной поверхности осадков в последнем аппарате содовой ветви

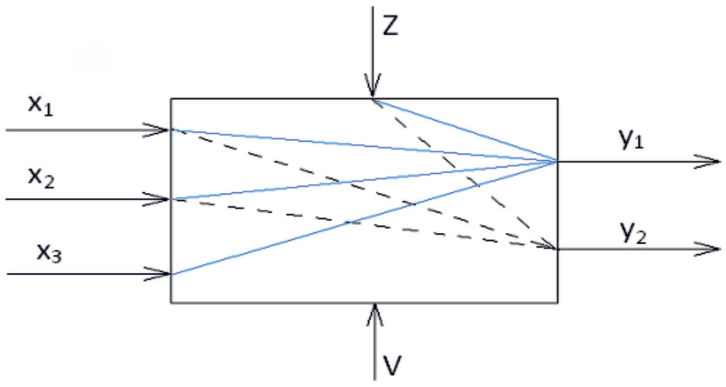
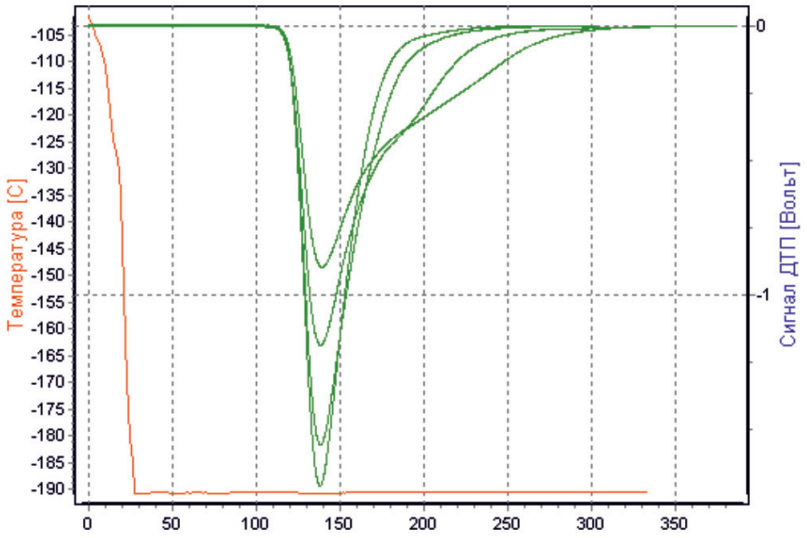


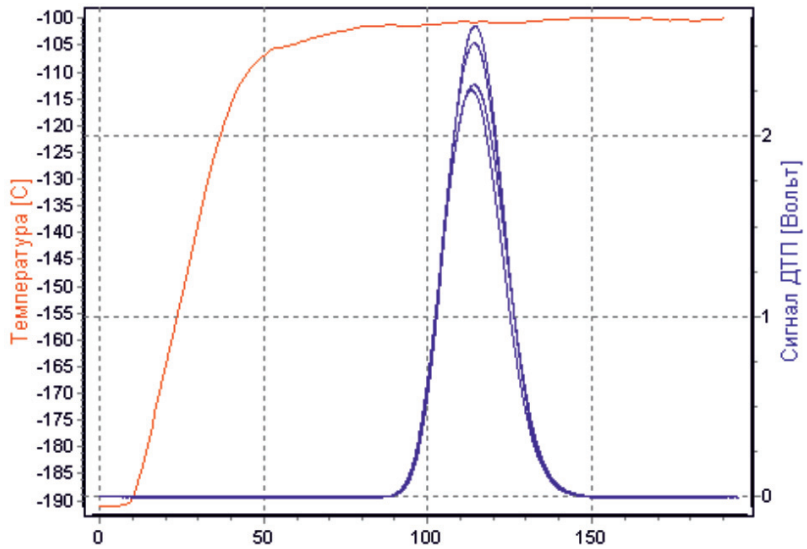
Рис. 5. Блок-схема объекта регулирования:
X1 – концентрация раствора; X2 – температура раствора; X3 – удельная поверхность затравки – входные параметры; Y1 – удельная поверхность (дисперсность) твердой фазы; Y2 – содержание гидроксида алюминия – выходные регулируемые параметры; Z – расход газа (управляющее воздействие); V – содержание диоксида углерода в печном газе (возмущающее воздействие)

Метрологические характеристики приборов для измерения удельной поверхности [7]

Характеристики	Сорби – М (РФ)	ПСХ-12 (РФ)	NOVA (США)	SA 3100 (США)	V-Sorb (КНР)
Диапазон измерений, м²/г	0,1–2000	0,03–50	0,01–2000	0,01–2000	от 0,005
Допускаемая относительная погрешность, %	±6	±1,5	±5	±2	±1
Время анализа, мин	180	120	180	180	180
Диапазон температуры, °С	–195	22	–195	–195	–195
Адсорбат	Азот или аргон	Воздух	Азот или аргон	Азот или аргон	Азот или аргон
Газ-носитель	Гелий	–	Гелий	Гелий	Гелий
Метод определения	БЭТ	Газопроницаемости Козени–Кармана	БЭТ	БЭТ	БЭТ



а)



б)

Рис. 6. График адсорбции (а) и десорбция (б) аргона при определении удельной поверхности методом БЭТ

Согласно графикам процесса измерения удельной поверхности гидроксида алюминия (рис. 5), полное время анализа достаточно велико и составило около 170–180 мин (более 2,8 ч). Измерение удельной поверхности гидроксида алюминия такой длительности приемлемо только в выходном контроле, при оценке качества готового продукта. Для оперативного контроля удельной поверхности в темпе с технологическим процессом и использования данного параметра в схемах управления и автоматизации авторами предлагается экспресс-метод высокотемпературной тепловой десорбции паров органического адсорбата. Метод требует в 3–4 раза меньше времени для измерения по сравнению с классическим методом БЭТ [8–10]. Это позволит своевременно оказывать корректирующие воздействия на процесс и предотвратить образование переизмельченного продукта.

Установлено, что математические описания процесса кристаллизации осуществляются через параметры, которые либо невозможно пока измерить (поверхностная свободная энергия, площадь граней кристаллов, концентрации на поверхности), либо через параметры, характеризующие только жидкую фазу: абсолютное или относительное пересыщение раствора, температура раствора, расход газа, время пребывания, без учета параметров кристаллизующейся твердой фазы. Показано, что в приведенных научных источниках практически отсутствуют данные по изучению закономерностей изменения удельной поверхности кристаллизующейся твердой фазы в условиях промышленной кристаллизации из растворов. В то же время в производстве металлургического глинозема процесс разложения алюминатных растворов является одним из основных. Образование переизмельченного (равно как и крупнодисперсного) осадка увеличивает потери при сушке и транспортировке, снижает качество продукта. Вместе с тем, по мнению ряда авторов, удельная поверхность образующейся твердой фазы характеризует действие целого ряда факторов: пересыщения, времени пребывания вещества в аппарате, наличия примесей и т.д.

По результатам исследований удельная поверхность осадка на выходе из аппарата меньше, чем на входе. Уменьшение происходит как за счет роста частиц при выделении оксида алюминия из раствора, так и за счет рекристаллизационных явлений. Наименьшие колебания удельной поверхности и наименее дисперсный осадок наблюдаются в конечных аппаратах обеих ветвей.

Заключение

Эффективная технология гетерогенного процесса невозможна без учета параметров кристаллизующейся твердой фазы. Контроль такого информативного параметра, как удельная поверхность образующегося осадка, позволит получить дополнительную информацию о гетерогенной системе, что важно как при изучении кинетики процессов кристаллизации, так и при управлении технологическим процессом с целью получения качественного продукта. Для оперативного контроля параметра предлагается метод, позволяющий сократить время анализа удельной поверхности.

Список литературы

1. Вячеславов А.С., Ефремова М.Е. Определение площади поверхности и пористости материалов методом сорбции газов. М.: МГУ, 2011.65 с.

2. Нвылт Я. Кристаллизация из растворов. М., 1974. 90 с.

3. Бричкин В.Н., Новиков Н.А., Беседин А.А., Гордюшенков Е.Е. Процессы кристаллообразования химических осадков // Записки Горного института. 2011. Т. 192. С. 15–18.

4. Коновалов Г.В., Косовцева Т Р., Цыбизов А.В. Spatially-oriented air-blast supply in the augmented mode. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). 2017. Vol. 8. № 11. P. 1143–1151.

5. Кремчеева Д.А. Моделирование процесса разложения алюминатных растворов производстве глинозема // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=13527 (дата обращения: 28.07.2021).

6. Ананьева Н.Н., Аникеев В.И., Дашкевич Р.Я. Влияние синтетических добавок на кристаллизацию гидроксида алюминия при производстве глинозема из нефелинов способом спекания // Цветные металлы. 2003. № 6. С. 34–37.

7. Давыдов И.В., Ляпунов А.Н., Варзина А.Г. Изменение удельной поверхности затравки при декомпозиции алюминатного раствора // Цветные металлы. 1980. № 7. С. 83–84.

8. Носенко А.А., Половнева С.И. Методы и устройства для измерения удельной поверхности дисперсных материалов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7. № 2 (21). С. 113–121.

9. Носенко А.А., Половнева С.И., Эрдман В.Е. Разработка системы цифрового управления сорбционным анализатором // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2014. № 15. С. 41–46.

10. Головных И.М., Захаров А.М., Половнев Н.П., Половнева С.И. Способ определения удельной поверхности дисперсных и пористых материалов и устройство для его осуществления // Патент № 2376582 от 20.12.2009. Российская Федерация. Патентообладатель Иркутский государственный технический университет.

УДК 681.5:681.3

МЕТОДЫ ПОДАВЛЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПОМЕХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Синицкий Е.В., Прокофьев А.Е., Соболев В.С., Козаченко Л.Н., Дмитров К.С.

Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, e-mail: sergiiblack@gmail.com

Наиболее чувствительными к колебаниям частоты считаются управляемые выпрямители, так как их концепции управления напрямую объединены с питающими сетями. На сегодня задачи анализа влияния колебаний частоты на качество выпрямленного напряжения изучены недостаточно, а проблемы компенсации такого влияния вообще не решены. Поэтому задачи этих исследований – влияния колебаний частоты электроэнергии автономных электроэнергетических систем с газовыми двигателями на качественные показатели статических преобразователей – актуальны. Целью работы является исследование влияния колебаний частоты автономных электроэнергетических систем (судовых с газовыми двигателями) на характеристики качества напряжения управляемых выпрямителей, также создание аппаратно-программных систем, специализированных с целью уменьшения воздействия колебаний частоты на выпрямляемое напряжение. Объект исследования: судовая автономная электроэнергетическая система с газовыми приводными двигателями на мощности до 2000 кВт. Предметом исследования являются способы снижения влияния колебаний частоты автономных электроэнергетических систем (судовых с газовыми двигателями) на качественные показатели выходного напряжения управляемых выпрямителей. Методы исследования: чтобы решить поставленные задачи, применялись основные принципы теории Марковских процессов, методы теории случайных процессов. С целью исследования воздействий колебаний частоты применялся метод функции комплексной переменной. Для воздействий колебаний частоты на выпрямляемое напряжение замкнутых вентильных систем применялись методы ЛАЧХ и ЛФЧХ совместно с теорией случайных процессов. При проверке теоретических исследований применялось моделирование процессов в Matlab-Simulink, взаимодействуя с исследованиями экспериментального характера. Вследствие исследований определено, что специализированные системы импульсно-фазового управления позволяют обеспечить сокращение воздействия колебаний частоты до требуемых значений, но приводят к определенному усложнению систем управления выпрямителями.

Ключевые слова: низкочастотные помехи, выпрямленное напряжение, судовая электроэнергетическая система, газовые двигатели

METHODS OF SUPPRESSION OF LOW-FREQUENCY NOISE OF ELECTRIC SYSTEMS

Sinitskiy E.V., Prokofev A.E., Sobolev V.S., Kozachenko L.N., Dmitrov K.S.

Kerch State Marine Technological University, Kerch, e-mail: sergiiblack@gmail.com

Controllable rectifiers are considered to be the most sensitive to frequency fluctuations, as their control concepts are directly connected to the mains supply. To date, the problems of analyzing the effect of frequency fluctuations on the quality of the rectified voltage have not been studied enough, and the problems of compensating for such an effect have not been solved at all. There-fore, the tasks of these studies – the influence of fluctuations in the frequency of electricity of autonomous electric power systems with gas engines on the quality indicators of static converters are relevant. The aim of the work is to study the influence of frequency fluctuations of autono-mous electric power systems (ship with gas engines) on the characteristics of the voltage quality of controlled rectifiers, as well as the creation of hardware and software systems specialized in order to reduce the effect of frequency fluctuations on the rectified voltage. Object of research: a ship's autonomous electric power system with gas drive engines at a power of up to 2000 kW. The subject of the research is the ways to reduce the influence of frequency fluctuations of au-tonomous electric power systems (ship with gas engines) on the quality indicators of the output voltage of controlled rectifiers. Research methods: to solve the set tasks, the basic principles of the theory of Markov processes, methods of the theory of random processes were applied. The complex variable function method was used to study the effects of frequency fluctuations. For the effects of frequency fluctuations on the rectified voltage of closed valve systems, the meth-ods of LAPH and LPFH were used in combination with the theory of random processes. When checking theoretical studies, the modeling of processes in Matlab-Simulink was applied, interacting with research of an experimental nature. As a result of research, it has been determined that specialized systems of pulse-phase control can ensure the reduction of the effect of frequency fluctuations to the required values, but lead to a certain complication of rectifier control systems.

Keywords: low-frequency interference, rectified voltage, ship power system, gas engines

Проблемы экономии энергетических ресурсов как в России, так и для других государств становятся все более актуальными, в связи с постоянным ростом цен на нефтепродукты. Исходя из этого, трудности использования газового топлива становятся все более актуальными. Широко применяют газ в автомобильной технике, но при этом возрастают требования к его качеству. Большой спрос стал у газовых двигателей с мощностью от нескольких десятков до тысяч киловатт, работающих на природном газовом топливе [1–3]. Автономные электростанции такого исполнения

находят все более широкую область применения, в том числе на местах газо- и нефтедобычи, а также как аварийные, для питания ответственных объектов. Распространяется использование газовых электростанций в когенерационных установках.

В этом направлении известны газовые двигатели, изготавливаемые заводами России. Общим недостатком этих устройств являются более мягкие механические характеристики по сравнению с дизелями, а также значительно меньшая стабильность оборотов, что приводит к заметным колебаниям частоты электроэнергии, производимой в таких электростанциях. Это приводит, с одной стороны, к проблемам синхронизации отдельных генераторов к общей сети, к колебаниям мощности, преобразуемой как отдельными генераторными агрегатами, так и электростанцией в целом. Помимо этого, воздействием на потребителей, что есть чувствительные к колебаниям частоты [4]. Так как в различных автономных электростанциях применяются статические преобразователи электроэнергии, в таком случае колебания частоты воздействуют на характеристики свойства электроэнергии таких преобразователей. Более восприимчивыми к колебаниям частоты считаются управляемые выпрямители, в силу того, что их системы контроля напрямую объединены с сетями питания. На сегодня задачи анализа влияния колебаний частоты на качество выпрямленного напряжения изучены недостаточно, а проблемы компенсации такого влияния вообще не решены [5–7]. Поэтому задачи этих исследований – влияния колебаний частоты электроэнергии автономных электроэнергетических систем с газовыми двигателями на качественные показатели статических преобразователей – актуальны.

Целью работы является исследование компенсации низкочастотных колебаний частоты приводных газовых двигателей на качество выходного напряжения управляемых выпрямителей, также создание аппаратно-программных систем, специализированных с целью уменьшения воздействия колебаний частоты на выпрямляемое напряжение.

Объект исследования: судовая автономная электроэнергетическая система с газовыми приводными двигателями на мощности до 2000 кВт.

Предметом исследования являются способы снижения влияния колебаний частоты автономных электроэнергетических систем (судовых с газовыми двигателями) на качественные показатели выходного напряжения управляемых выпрямителей.

Методы исследования: чтобы решить поставленные задачи, применялись частотные методы анализа классической теории автоматического управления, основанные на передаточных функциях Лапласа и логарифмических частотных характеристиках. С целью исследования воздействий колебаний частоты применялся метод функции комплексной переменной. Для воздействий колебаний частоты на выпрямляемое напряжение замкнутых вентильных систем применялись методы ЛАЧХ и ЛФЧХ совместно с теорией случайных процессов. При проверке теоретических исследований применялось моделирование процессов в Matlab-Simulink, взаимодействуя с исследованиями экспериментального характера. Вследствие проведенного анализа определено, что специализированные системы импульсно-фазового управления позволяют обеспечить сокращение воздействия колебаний частоты до требуемых значений, но приводят к определенному усложнению систем управления выпрямителями [5, 8, 9].

Анализ эффективности применения систем фазового управления (СФУ) с компенсацией воздействий колебаний частоты

Обеспечения инвариантности выпрямленного напряжения к колебаниям частоты можно предложить два закона управления преобразователем: реальный угол регулирования α изменять с помощью умножения на коэффициент $\frac{\omega_0}{\omega}$ и стабилизация амплитуды опорного пилообразного напряжения. Рассмотрим первый закон управления преобразователем. Реальный угол регулирования α изменять путем умножения его на коэффициент $\frac{\omega_0}{\omega}$. Данный способ позволяет создать систему управления, исключающую грубые требования к частоте сети питания. Однако имеются трудности, связанные с ресурсоемкими вычислениями, какие следует осуществлять в порядке реального времени. Стремление реализовать такой метод в режиме микроконтроллерной системы управления повергнет или к усилению условий к быстродействию основного процессора этой системы или к катастрофическому уменьшению быстродействию системы. Также неспособности ее функционирования в порядке реального времени при стремлении приобрести в наименьшей степени допустимую точность проделанных ресурсоемких вычислений. Усиление условий к микропроцессору повергнет к увеличению стоимости исследования, а в итоге и повышению цены окончательного изде-

лия. Одной из существующих альтернатив постановления этой трудности считается использование компьютеризированных систем управления.

В аналогичных системах контроллер осуществляет только получение данных и передачу их согласно каналам взаимосвязи с ПК, который проводит расчеты, а также возвращает контроллеру итоги результатов углов управления в каждый определенный промежуток времени. Описанный метод имеет некоторые минусы: повышение финансовых затрат за счет использования компьютера с индивидуальным узконаправленным программным обеспечением; трудности, вытекающие вследствие обмена данных по каналу связи контроллера с управляющим ПК [10–12]. В случае если вопрос об увеличении финансовой поддержки решается повышением качества работы системы, то трудности, связанные с каналом обмена данных, снижают стабильность работы системы управления. Временные задержки, повышающиеся в канале передачи данных, способствуют сокращению запаса стабильности работы системы согласно фазе. Исходя из того, что системы работают в предельно допустимых режимах, такие задержки по времени могут нарушить работоспособность и привести к сбою. Угроза выхода системы за границы стабильности крайне высока. Другой способ решения проблемы – использование системы управления на базе БИС. Эта концепция даст возможность осуществлять ресурсоемкие расчеты в порядке реального времени. К тому же ее стоимость значительно меньше цены системы на базе компьютера. Помимо этого, в системе отсутствует проблема с временными задержками в канале передачи данных, вследствие этого отсутствуют проблемы с неустойчивостью системы согласно фактору параметрического непостоянства компонентов.

Анализ второго закона управления преобразователем осуществим на примере структуры, реализующей второй закон управления. Образец генератора пилообразного напряжения (ГПН) с контуром подстройки представлен на рис. 1, а. Приведенной принципиальной схеме соответствует структурная схема, изображенная на рис. 1, б. ГПН выполнен на элементах ДА1, R_r, C_r и описывается придаточной функцией $\omega_{ГПН}$, $\omega_{ГПН}$ представляет периодическое изменение пилообразного напряжения [11, 13]:

$$W_{ГПН} = \frac{T_m p + 1 - \exp(-T_m p)}{T_П T_m p^2 (1 + \exp(-T_m p))}, \qquad (1)$$

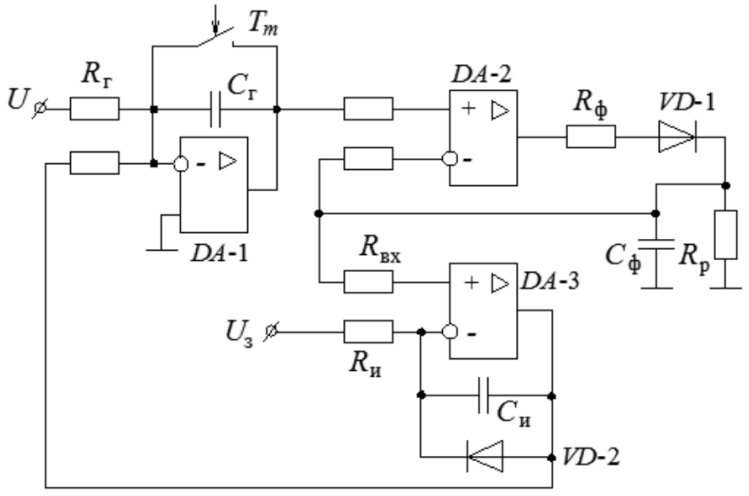
где $T_П$ – константа времени ГПН.

Применяя разложение экспоненты, формулу (1) преобразуем к виду

$$W_{ГПН}(P) = \frac{1}{2T_m p\left(1 + \frac{T_П}{2} p\right)}.$$

Амплитудный детектор, выполненный на ДА2, $R_ф$, $C_ф$, *ИД* – 1, $R_р$, описывается передаточной функцией

$$W_ф(P) = \frac{1}{T_ф p + 1}$$



а

Рис. 1. а – генератор пилообразного напряжения; б – контур подстройки; в – контур подстройки; г – разности ПИ-регулятора (начало рисунка)

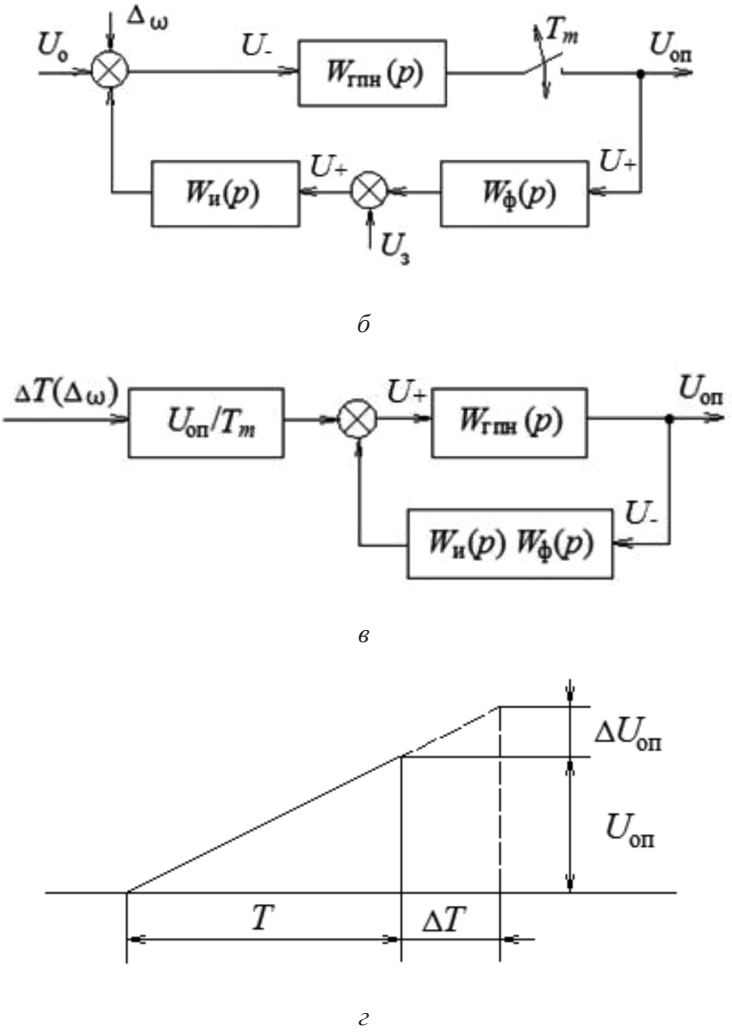


Рис. 1. а – генератор пилообразного напряжения; б – контур подстройки; в – контур подстройки; г – разности ПИ-регулятора (окончание рисунка)

где $T_ф = C_ф R$ – постоянная времени фильтра.

Разности ПИ-регулятора амплитуды (ДА3, $R_{вх}$, $C_и$, $R_и$, *VД* – 2) описываются пропорционально-интегральным звеном (рис. 2), где C – обратное сопротивление диода *VД* – 2; $T_{иг} = R_и C_и$

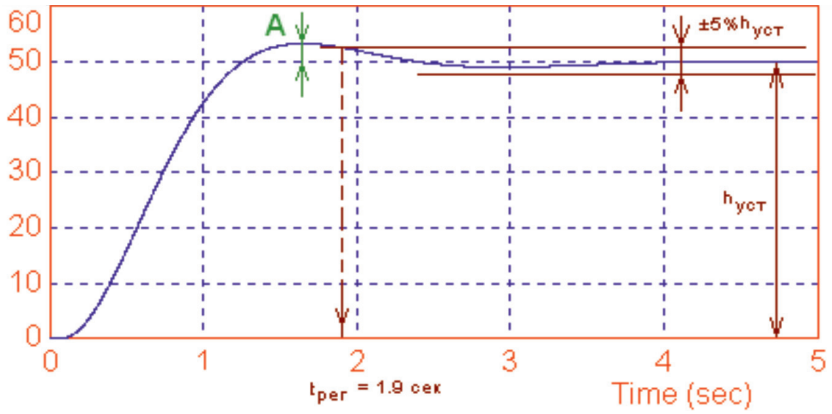


Рис. 2. Переходная функция с ПИ (пропорционально-интегральным)-регулятором

Из рис. 1, г, следует

$$\Delta U_{\text{ОП}} = \frac{U_{\text{ОП}}}{T}\Delta T. \quad (2)$$

Для анализа прохождения помехи на выход замкнутой системы контура автоподстройки амплитуды пилообразного напряжения, преобразуем [13, 14] структуру, изображенную на рис. 1, б, к типу, подобающему на рис. 1, в, в которой входным воздействием является помеха Λ_ω. Передаточная функция замкнутой системы будет равна

$$\Phi(p) = \frac{(T_\text{ф}p+1)T_{\text{ИГ}}p}{2T_m p(1+T_\text{П}p/2)(T_\text{ф}p+1)T_{\text{ИГ}}p + K_P T_{\text{ИГ}}p + 1}. \quad (3)$$

Реальные постоянные времени соответственно равны: $T_{\text{ИГ}} = 0{,}0047$ с; $T_\text{П} = 0{,}012$ с; $T_\text{ф} = 0{,}011$ с; $T_P = 40$.

Колебания частоты сетевых напряжений обладают низкочастотной характеристикой, по этой причине звенья с небольшими константами времени никак не станут воздействовать на протекание помехи посредством системы автоподстройки амплитуды пилообразного напряжения [3]. Рационально по этой причине можно отметить только лишь низкочастотные звенья передаточной функции, упростив этим данную функцию (3):

$$\Phi(p) = \frac{T_\text{ф}T_{\text{ИГ}}P^2 T_{\text{ИГ}}p}{T_\text{ф}T_m p^2/2 + (T_\text{ф} + T_m/2 + K_P T_{\text{ИГ}})p + 2}. \quad (4)$$

Представим (4) в виде

$$\Phi(P) = \frac{g_2P^2 + g_1P + g_0}{b_2P^2 + b_1P + b_0},$$

где

$$g_2 = T_\text{ф}T_{\text{ИГ}};\ g_1 = T_{\text{ИГ}};\ g_0 = 0;\ b_2 = T_\text{ф}T_m/2;\ b_1 = (T_\text{ф} + T_m/2 + K_P T_{\text{ИГ}})/2;\ b_2 = 2$$

и вводя следующие обозначения

$$\frac{g_0}{g_1} = \omega_{B1} = 0;\ \frac{g_1}{g_2} = \omega_{B2} = 90{,}9^{-1}c;\ \frac{b_0}{b_1} = \omega_{a1} = 9{,}3^{-1}c;\ \frac{b_1}{b_2} = \omega_{a2} = 45^{-1}c,$$

которые можно приближенно анализировать, каким образом сопрягающие частоты ЛАЧХ и ЛФЧХ системы контура автоподстройки частоты. Необходимо определить коэффициент сглаживания случайной помехи Λ_ω

$$K_C = \sqrt{\frac{(T_\text{ф} + \text{T}_m/2 + K_\text{P}\text{T}_{\text{ИГ}})\left[a_\omega(T_\text{ф} + K_\text{P}T_{\text{ИГ}}) + 2\right.}{4T_\text{ф}^2 a_\omega}}.$$

Пробный контроль системы автоподстройки амплитуды пилообразного напряжения, показанной на рис. 1, а, продемонстрировал то, что коэффициент сглаживания ею дисперсии помехи Λ_ω доходит до 30 единиц, а система, которая изображена на рис. 3, имеющая астатизм второго порядка, достигает значения в 100–120 ед. Результирующая дисперсия процесса рассчитывается согласно формуле

$$R_{\omega\varphi}(0) = \frac{R_\omega(0)a_\omega T_{\alpha\beta}^2 T_\lambda\left[T_\lambda{}^2 + 4\xi T_{\alpha\beta}^2\left(a_\omega T_\lambda + \xi\right) - T_{\alpha\beta}^2\right]}{4\xi\left[T_{\alpha\beta}^4\left(1 + 4a_\omega\xi T_\lambda + 4a_\omega{}^2 T_\lambda{}^2\right) + 2T_\lambda{}^2 T_{\alpha\beta}{}^2\left(4a_\omega\xi T_\lambda + 4\xi^2 - 1\right) + T_\lambda{}^4\right]},$$

где $T_{\alpha\beta}^2 = 1(\alpha_\omega^2 + \beta_\omega^2)$.

Видимый эффект сглаживания возмущения Λ_ω прослеживается только при высоких константах времени фильтра, как и в предыдущих вариантах. Но в крайнем случае при соразмерности констант T_a и T_λ эффект сглаживания значительно больше, чем в предшествующих.

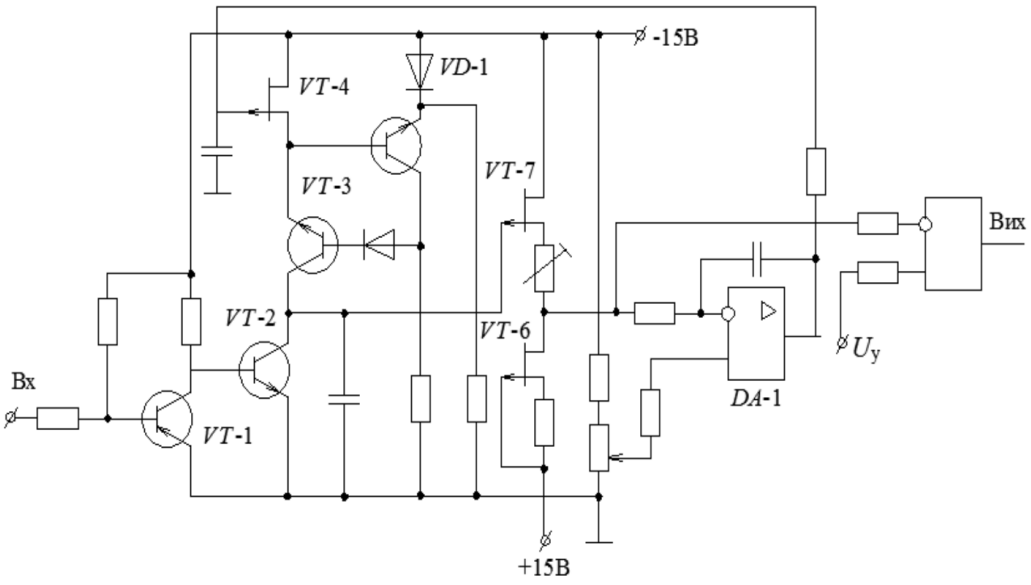


Рис. 3. Система, имеющая астатизм второго порядка

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что общий вид корреляционных функций на выходе сетевых фильтров синхронизации почти не изменяется, в отношении к входу. Но эффект сглаживания помехи по установленному методу расчета фильтров незначительный [6–9].

Заключение

Специализированные системы импульсно-фазового управления позволяют обеспечить сокращение воздействия колебаний частоты до требуемых значений, но приводят к определенному усложнению систем управления выпрямителями. Применялись два метода снижения колебаний частоты, и каждый из них имел свои особенности. Первый метод – регулирование угла α с помощью умножения на коэффициент $\frac{\omega_0}{\omega}$. Сложность возникает в том, что в реальном времени необходимо производить ресурсоемкие вычисления, которые снижают быстродействие системы. Второй метод – стабилизация амплитуды опорного пилообразного напряжения. В итоге эффект сглаживания помех на выходе сетевых фильтров присутствует, но незначительный.

Список литературы

1. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ). М.: КолосС, 2006. 352 с.

2. Савостин А.А., Риттер Д.В., Савостина Г.В., Кошеков А.К. Сравнительный анализ алгоритмов устранения низкочастотной помехи электрокардиосигнала // Измерительная техника. 2018. № 7. С. 66–70.

3. Ботуз С. Интеллектуальные интерактивные системы и технологии управления удаленным доступом: учебное пособие. М.: Солон-пресс, 2014. 340 с.

4. Доровской В.А., Черный С.Г., Железняк А.А., Бордюг А.С. Анализ методов подавления низкочастотных помех выпрямленного напряжения // Энергобезопасность и энергосбережение. 2019. № 6. С. 45–48.

5. Корнилов М.В., Сысоев И.В. Оценка работоспособности метода причинности по Грейнджеру для выявления однонаправленной связи при наличии общей внешней низкочастотной помехи // Нелинейная динамика. 2017. Т. 13. № 3. С. 349–362.

6. Варжапетян А.Г., Глущенко В.В. Системы управления: исследование и компьютерное проектирование. М.: Вузовская книга, 2012. 328 с.

7. Прохоренков А. Системы управления судовыми энергетическими процессами. М.: Моркнига, 2017. 443 с.

8. Бухалев В.А., Болдинов В.А. Фильтрация сигналов при низкочастотных помехах в измерительно-информационных системах беспилотных летательных аппаратов // Труды МАИ. 2017. № 97. С. 12.

9. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 208 с.

10. Соболев А.С., Вынгра А.В., Черный С.Г. Разработка имитационной модели активного фильтра для морских интеллектуальных транспортных систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2021. № 2. С. 90–98.

11. Чёрный С.Г., Ерофеев П.А., Доровской В.А., Будник В.Ю. Разработка алгоритмов идентификации образов сигналов и объектов на морском транспорте // Судостроение. 2021. № 1 (854). С. 50–54.

12. Вынгра А.В., Черный С.Г., Соболев А.С. Активный фильтр последовательного типа для компенсации воздействий периодической нагрузки электродвигателей // Производственные технологии в судостроении – вопросы информатизации (ПТС ВИ-2021): труды Первой отраслевой научно-практической конференции. АО «Центр технологии судостроения и судоремонта». НТФ «Судотехнология»; АО «ЦТСС», 2021. С. 60–63.

13. Вынгра А.В., Черный С.Г., Новак Б.П., Ерофеев П.А. Разработка компонентов системы управления нейро-структурного регулятора для контроля энергетических процессов // Системы управления и обработки информации. 2020. № 4 (51). С. 27–37.

14. Черный С.Г., Новак Б.П., Доровской В.А., Дегтярев А.В. Интроспективный анализ условий возникновения информационно сложных ситуаций // Актуальные проблемы морской энергетики: материалы Девятой международной научно-технической конференции. 2020. С. 416–419.

УДК 621.314.58

ПРИМЕНЕНИЕ SIC-ТРАНЗИСТОРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ

Ульянов А.В., Шибеко Р.В.

ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: v394-7@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы применения перспективных силовых приборов на основе карбида кремния для построения преобразовательных блоков, в частности для энергопитания и управления уличными осветительными линиями. В начале статьи приводятся сведения об основных свойствах SIC-транзисторов, сравниваются силовые транзисторы из различных полупроводниковых материалов, поясняются перспективы использования SIC-транзисторов для увеличения энергетических и частотных характеристик энергосистем. Далее рассматривается микросхема специализированного драйвера управления TLP5214A для управления IGBT-транзистором/Power MOSFET-транзистором. Приводится внутренняя структура драйвера, поясняются элементы внутренней структуры и показывается принципиальная схема включения драйвера для управления нижним транзистором полумоста с пояснениями некоторых компонентов схемы. В качестве примера использования драйвера TLP5214A приводится структура построения трехфазного инвертора на SIC-транзисторах TW070J120B с микроконтроллерным управлением, дается расчет входной цепи инвертора и выходных индуктивностей. Далее в статье в качестве современного компонента приводятся сведения о силовом SIC-модуле SK80MB120CR03TE1 (транзисторный полумост) компании SEMIKRON и показываются результаты моделирования топологии на основе этого модуля. Практическое применение данных SIC-компонентов может найти в «интеллектуальных» и энергоэффективных системах уличного освещения с использованием солнечной энергии. Приводится структурная схема такой системы и поясняются ее элементы.

Ключевые слова: SIC-транзистор, драйвер, карбид кремния, осветительная линия, инвертор, полумост

APPLICATION OF SIC-TRANSISTORS FOR CONSTRUCTION POWER CONVERTER BLOCKS

Ulyanov A.V., Shibeko R.V.

Komsomolsk-on-Amur State University, Komsomolsk-on-Amur, e-mail: v394-7@mail.ru

The article discusses the application of promising power devices based on silicon carbide for the construction of conversion units, in particular, for power supply and control of street lighting lines. At the beginning of the article, information about the main properties of SIC transistors is given, power transistors made of various semiconductor materials are compared, and the prospects for using SIC transistors to increase the energy and frequency characteristics of power systems are explained. Next, a dedicated TLP5214A driver chip is discussed for driving an IGBT / Power MOSFET. The internal structure of the driver is given, the elements of the internal structure are explained, and a schematic diagram of switching on the driver for controlling the lower half-bridge transistor is shown, with explanations of some components of the circuit. As an example of using the TLP5214A driver, the structure of building a three-phase inverter on SIC transistors TW070J120B with microcontroller control is given, the input circuit of the inverter and the output inductances are calculated. Further in the article, as a modern component, information about the power SIC-module SK80MB120CR03TE1 (transistor half-bridge) from SEMIKRON is given and the results of topology modeling based on this module are shown. Practical application of these SIC-components can be found in «smart» and energy efficient street lighting systems using solar energy. A structural diagram of such a system is given, and its elements are explained.

Keywords: SIC-transistor, driver, silicon carbide, lighting line, inverter, half-bridge

Карбид кремния, имея более широкую запрещенную зону, позволяет реализовать в MOSFET-транзисторах на его основе (SiC-транзисторах) более высокие напряжение пробоя и рабочую частоту, снижение сопротивления, увеличение нагрузочной способности, гибкие тепловые свойства и устойчивость к жестким коммутациям [1, 2].

Отсутствие неосновных носителей в режиме проводимости исключает «токовые хвосты», поэтому потери на запирание достаточно малы. Потери при открытии также уменьшены по сравнению с другими типами транзисторов, в основном за счет меньших пиковых токов открытия. Оба типа потерь не приводят к повышению температуры [3].

По сравнению с кремниевыми аналогами SiC-транзисторы демонстрируют меньшую крутизну передаточной характеристики, более высокое внутреннее сопротивление затвора, а их пороговое напряжение может быть менее 2 В. В результате для надежного запирания такого транзистора на его затвор необходимо подавать отрицательное напряжение (обычно5 В). К тому же для более полной реализации высокочастотных свойств SiC-транзисторов некоторые компании (например, Wolfspeed, Infineon Technologies) предлагают усовершенствованные корпуса с малой паразитной индуктивностью. Таким образом, SiC-транзисторы позволяют создавать устройства силовой электроники с повышенным КПД и удельной мощностью [4]. На рис. 1 показана сравнительная диаграмма некоторых свойств силовых транзисторов.

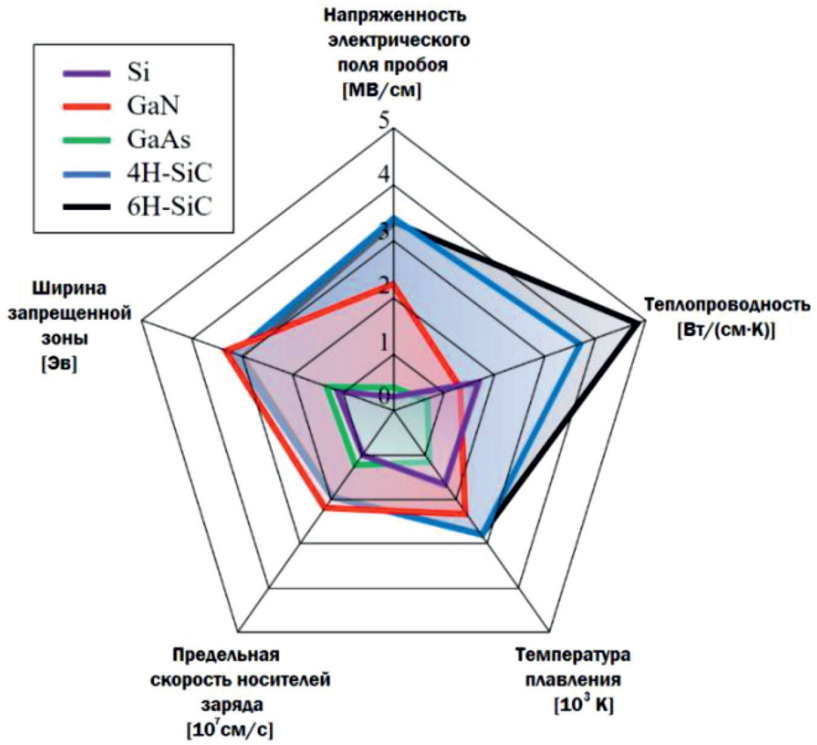


Рис. 1. Сравнительная диаграмма некоторых свойств силовых транзисторов

Целью статьи является показать перспективы использования SiC-транзисторов в силовых преобразовательных блоках.

Управление SiC-транзисторами

Для управления SiC-транзисторами наиболее целесообразно использовать специализированные драйверы. Рассмотрим драйвер TLP5214A, предлагаемый компанией Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation. TLP5214A – это высокоинтегрированный драйвер IGBT-транзистора/Power MOSFET-транзистора с выходным током 4,0 А, размещенный в корпусе SO16L с длинными путями утечки и зазором (Creepage Distance – 8 мм (min)).

Драйвер TLP5214A состоит из двух инфракрасных светодиодов и двух высокоскоростных микросхем с высоким коэффициентом усиления. Они реализуют точное, высокоскоростное управление выходом. Имеется обратный ответ о состоянии неисправности выхода. Драйвер имеет встроенную гальваническую развязку. Хотя наличие гальванической развязки не является обязательным требованием при работе с SiC-транзисторами, тем не менее, ее присутствие значительно упрощает работу с этими сверхбыстрыми силовыми транзисторами.

Параметры драйвера:

– пиковый выходной ток: ±4,0 А (макс.);

– гарантированная работа при повышении температуры: от –40 °С до 110 °С;

– ток питания: 3,8 мА (макс.);

– напряжение питания: от 15 В до 30 В;

– пороговый входной ток: 6 мА (макс.);

– время задержки распространения: 150 нс (макс.);

– время гашения переднего фронта DESAT: 1,1 мкс (тип.);

– устойчивость к синфазным переходным процессам: ± 35 кВ/мкс (мин);

– напряжение изоляции: 5000 В среднекв. (мин.).

Драйвер имеет схему UVLO-блокировка при пониженном напряжении питания и управления. Во время работы драйвера, если напряжение источника питания падает и становится ниже порогового напряжения, то UVLO переводит внутреннюю схему в полуждущее состояние, чтобы предотвратить повреждение силовых цепей. Когда напряжение источника питания возрастает и становится выше, чем напряжение срабатывания UVLO, то UVLO сбрасывается, и работа драйвера возобновляется.

Драйвер имеет встроенную схему ограничения эффекта Миллера, а также защиту от перегрузки по току (DESAT).

Повышенные частотные свойства SiC-транзисторов расширяют возможности использования различных способов модуляции выходного напряжения преобразователя, что позволяет формировать более сложные и гибкие законы управления. Однако разработчик обязан помнить о необходимости обеспечения электромагнитной совместимости для любой цепи с быстрыми сигналами. SiC-транзисторы являются источниками быстрых сигналов с высокой скоростью изменения тока di/dt, а это именно то, что вызывает значительные помехи, выбросы и другие проблемы.

На рис. 3 показана схема управления затвором нижнего плеча U-фазы. Неправильно выбранная концепция построения схемы управления нижним ключом влияет на электромагнитную совместимость проектируемого преобразователя электрической энергии. Для уменьшения «шума» при коммутации транзистора следует увеличить резистор R8 в затворе транзистора VT1, данный резистор способен уменьшить электромагнитные излучения за счет «заваливания» фронта сигнала отпирания. Стоит обратить внимание, что увеличение номинала R8 приведет к снижению скорости включения и выключения транзистора, что способствует ухудшению эффективности использования источника питания шины DC. Для уменьшения описанного эффекта предусмотрена цепь управления выключением транзистора VT1, резистор R7 позволяет реализовать данную функцию, если уменьшить его сопротивление. При любом варьировании R8 и R7 всегда следует проверять тепловыделение и уровень электромагнитных помех, что очень важно при прохождении ЭМС.

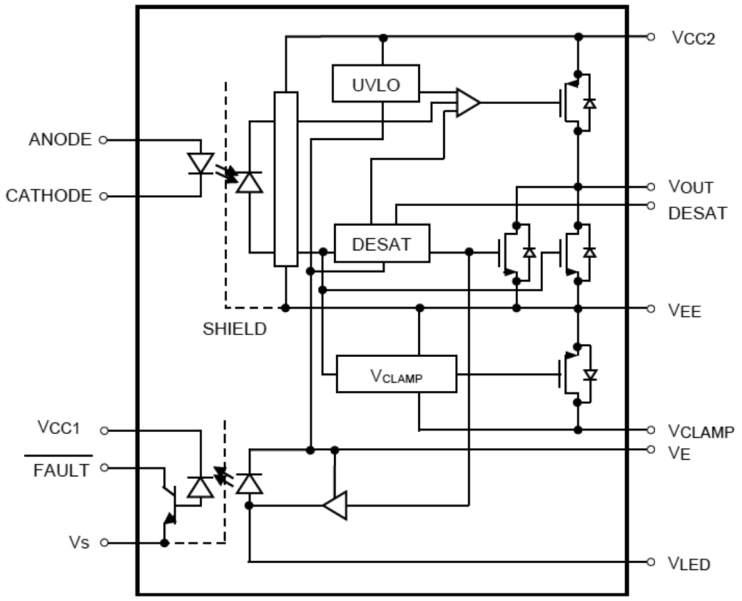


Рис. 2. Внутренняя структура драйвера

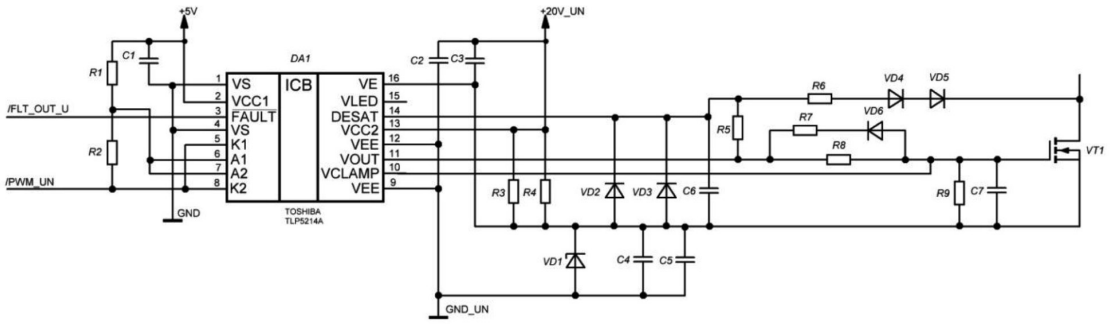


Рис. 3. Схема включения драйвера TLP5214A для управления нижним транзистором полумоста

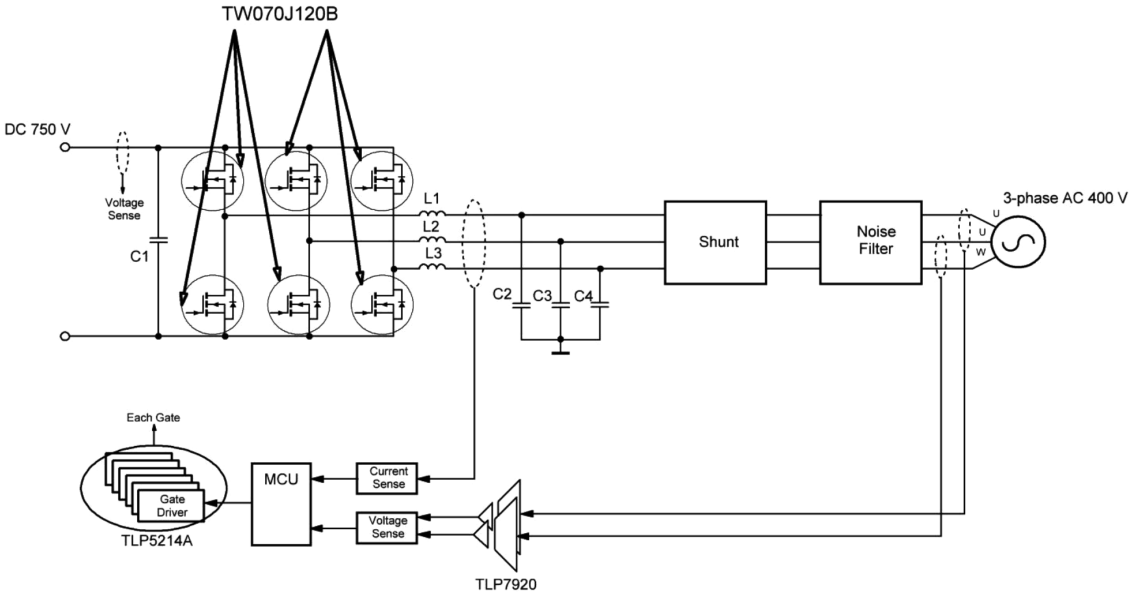


Рис. 4. Структурная схема SiC-инвертора

Для формирования схемы отрицательного смещения применен стабилитрон VD1. Напряжение на затворе транзистора VT1 становится отрицательным, когда нижний ключ полумоста выключен, что исключает возможность возникновения короткого замыкания в стойке полумоста. Данный стабилитрон создает отрицательное смещение в -2В.

Реализация трехфазного инвертора на SiC-транзисторах

На рис. 4 показана схема трехфазного инвертора, реализованного на драйверах TLP5214A. В схеме используется TW070J120B – SiC-транзистор с максимальным напряжением сток-исток 1200 В и максимальным током стока 36 А. Также применяется элемент TLP7920 – оптически изолированный усилитель.

Для уменьшения пульсации тока на выходе преобразователя рассчитаем индуктивность сглаживающих дросселей. Зададим выходную мощность инвертора *Pout* равной 4 кВт, напряжение шины DC V_{DC} *V* – 750 В, КПД η – 97%, частота формируемого инвертором напряжения *Fc* – 50 кГц, пульсация входного тока *Ipuls* – 30%, минимальное фазное напряжение инвертора *Vin*_min_*phas* – 180 В. Тогда индуктивность сглаживающих дросселей будет равна:

$$L1 = L2 = L3 = \frac{\left(V_{DC} - \sqrt{2}\cdot Vin_\min_phas\right)\cdot \eta \cdot 0.01 \cdot Vin_\min_\text{phas}^2}{Fc \cdot 0.01 \cdot Ipuls \cdot Pout \cdot V_{DC}} = 3.46\cdot 10^{-4} = 346\text{мкГн}.$$

Для расчета входной емкости инвертора (рис. 5) примем время задержки шины DC *Th* равным 6,4 мс и минимальное отклонение напряжения шины DC V_{min_DC} 700 В. Таким образом, требуемая емкость конденсаторов равна:

$$Cin = \frac{Th \cdot 2 \cdot Pout}{V_{DC}{}^2 - V_{\min_DC}{}^2} = 7.04\cdot 10^{-4} = 704\text{мкФ}.$$

Резисторы R1, R2, R3, R4 на рис. 5 формируют цепь разряда емкости при отключении шины DC.

Предзаряд емкости при включении шины DC осуществляется через зарядные резисторы HSC10082RJ, и по достижении заданного уровня напряжения DC резисторы шунтируются контактором LC1D126BD (на рисунках не показаны).

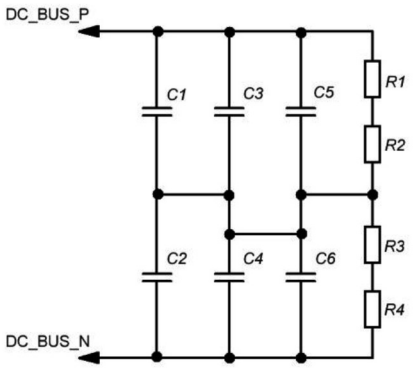


Рис. 5. Входная емкость инвертора

SiC-модуль SK80MB120CR03TE1

Для построения систем энергетики будет интересен SiC Modules SK80MB120CR03TE1 (полумост) компании SEMIKRON, оснащенный встроенным датчиком температуры, причем корпус модуля позволяет выполнить всю схему управления непосредственно на самом модуле.

Данный модуль обладает следующими характеристиками:

– класс по напряжению 12;

– при температуре 70 °C ток стока 82 А;

– напряжение затвор-исток: -8…19 В.

Рекомендованное применение данного модуля согласно документации: системы накопления электрической энергии, источники бесперебойного питания, преобразователи частоты.

Приведем результаты моделирования данной топологии на основе силового модуля SK80MB120CR03TE1 (использовалась официальная программа моделирования от Semicron для подбора и моделирования силовых модулей). На рис. 6 показаны начальные условия для моделирования.

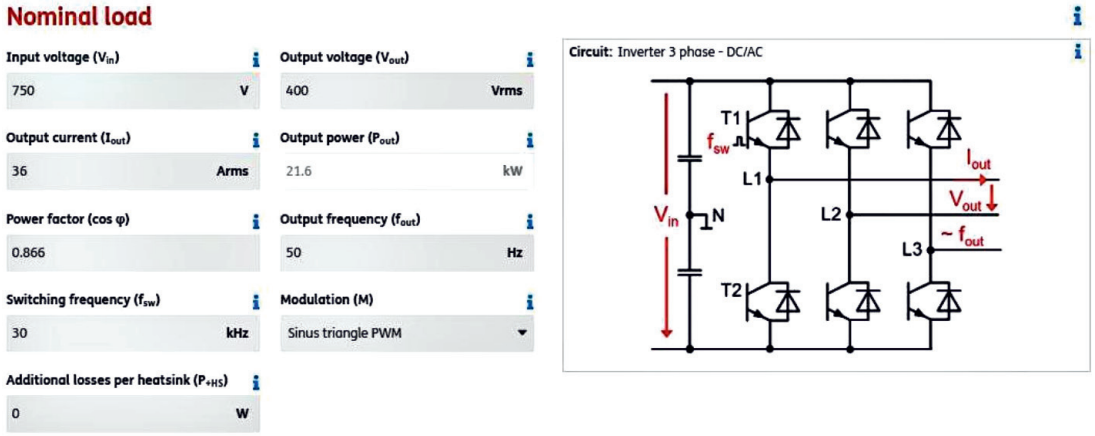


Рис. 6. Номинальная нагрузка модулей SK80MB120CR03TE1

В качестве модуля выберем SK80MB120CR03TE1 (рис. 7).

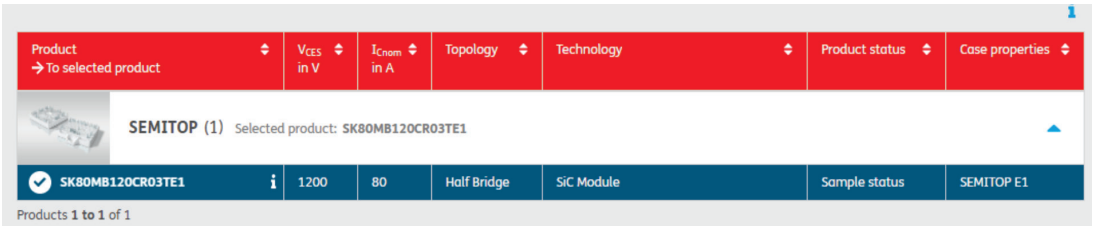


Рис. 7. Выбор силового модуля

Выбор расположения силовых модулей на охладителе показан на рис. 8.

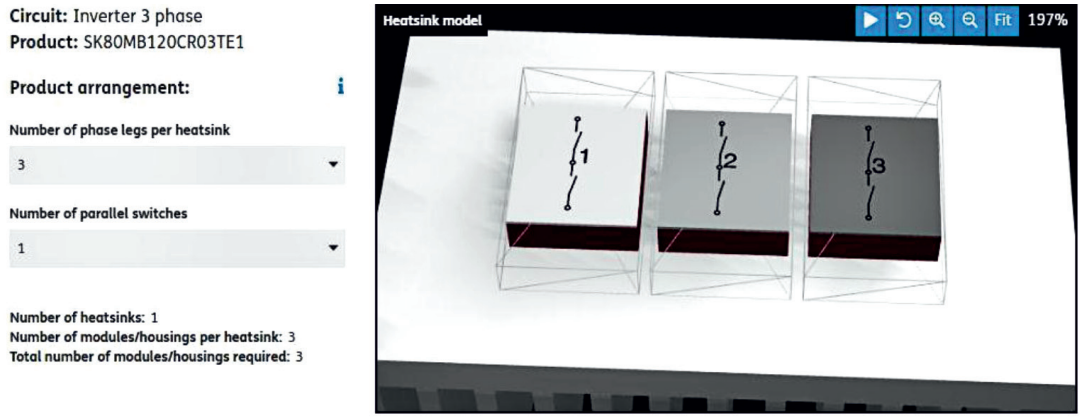


Рис. 8. Компоновка силовых модулей на охладителе с воздушным охлаждением

Результаты проверки сборки SK80MB120CR03TE1 показаны на рис. 9.

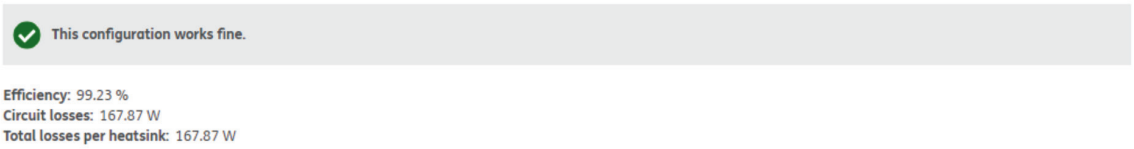


Рис. 9. Результат проверки силовой сборки

После проверки работоспособности системы была выявлена ее работа при заданных параметрах нагрузки (рис. 10).

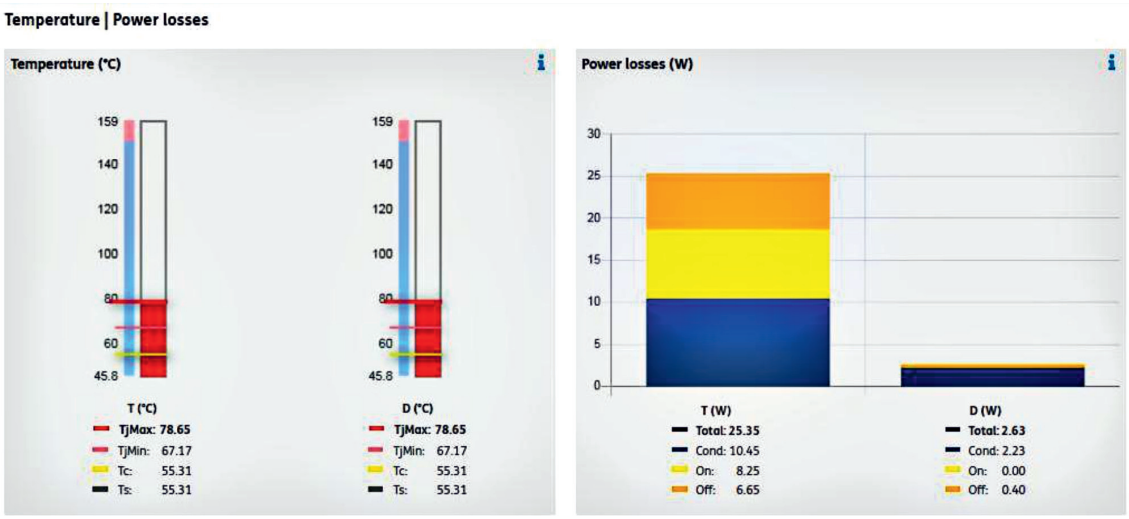


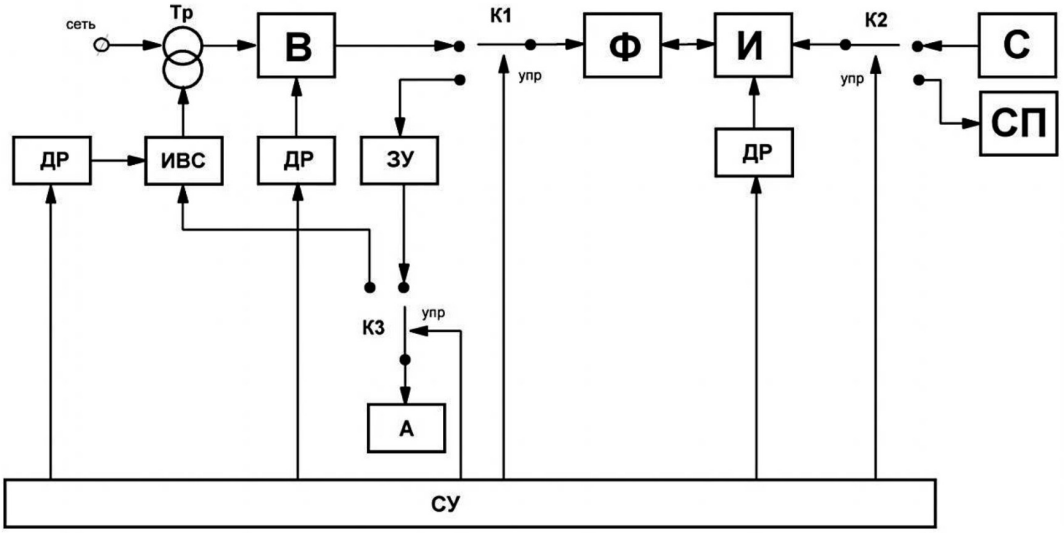
Рис. 10. Рабочая температура силового модуля и потери мощности

Использование силовых преобразовательных блоков на SIC-транзисторах для построения осветительной линии

По статистическим данным, на освещение тратится более 10% от всей вырабатываемой в нашей стране энергии, следовательно, построение экономичных систем – достаточно актуальная задача [5]. SiC-транзисторы и описанные выше элементы могут применяться для решения данной задачи (например, для энергопитания и управления осветительной линией (однофазный вариант использования)).

На сегодняшний день возрастает применение наружных светильников с солнечной панелью (рис. 11).

Рис. 11. Наружный светильник с солнечной панелью



Тр – трансформатор; В – выпрямитель; Ф – сглаживающий фильтр; И – основной инвертор; С – светильники; СП – солнечные панели; Др – драйверы; ИВС – инвертор, ведомый сетью; ЗУ – зарядное устройство; А – аккумулятор; К1, К2, К3 – электронные коммутаторы; СУ – система управления

Рис. 12. Система энергопитания и управления осветительной линией

В дневное время светильник пассивен, а энергия, вырабатываемая солнечной панелью, аккумулируется. В ночное время светильник активен и потребляет энергию из сети и накопленную за день в аккумуляторе. Солнечные панели соединяются параллельно. Панели выгодно крепить на светильники из-за экономии места. Структура системы показана на рис. 12.

Конфигурация системы настраивается при помощи коммутаторов. В ночное время выстраивается прямой ход энергии от сети в светильники с добавлением энергии от аккумулятора при помощи инвертора, ведомого сетью. В дневное время организуется заряд аккумулятора от солнечных панелей, при этом управление основным инвертором меняется, и он работает как выпрямитель. При соответствующем управлении система может формировать команды управления по каналу MPLC [6, 7].

Выводы

1. Карбид кремния позволяет реализовать силовые полупроводниковые приборы с улучшенными по сравнению с традиционными кремниевыми МОП-транзисторами (MOSFET, IGBT) свойствами.

2. Устройства с SiC-транзисторами обладают повышенными КПД и удельной мощностью.

3. Для управления SiC-транзисторами наиболее целесообразно использовать специализированные драйверы.

4. Для оптимизации конструкции и превосходных тепловых характеристик следует применять модульный принцип построения силовых модулей на основе SiC. Например, применение модулей SK80MB120CR03TE1 и драйвера TLP5214A позволяет выполнить конструкцию с минимальной паразитной индуктивностью и максимальной энергоэффективностью.

5. Имеются перспективы использования силовых SiC-модулей для построения высокоэффективных «интеллектуальных» систем уличного освещения с накоплением солнечной энергии в дневной период и рациональным использованием в ночной период.

6. Технология Press-Fit contact помогает располагать схемы управления непосредственно на самой сборке силовых модулей, что уменьшает протяженность линий передачи информации для управления инвертором.

Список литературы

1. Эдгар Айербе, Адам Баркли, Джон Муккен (Wolfspeed). Новые транзисторы SiC MOSFET с трехкратным снижением потерь на переключение. [Электронный ресурс]. URL: https://www.compel.ru/lib/141266 (дата обращения: 27.07.2021).

2. Джованбаттиста Маттиуси, Диого Варахао. Преимущества SiC-технологии и их использование: MOSFET и драйве-

ры затвора Infineon. [Электронный ресурс]. URL: https://www.compel.ru/lib/142692 (дата обращения: 28.07.2021).

3. Гавриков В.А. Управление SiC-транзисторами. [Электронный ресурс]. URL: https://khabarovsk.terraelectronica.ru/news /6334 (дата обращения: 28.07.2021).

4. Шунков В.К. SiC: микроэлектроника – это не только кремний. [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/post/478506/ (дата обращения: 29.07.2021).

5. Бонати А. Энергосбережение посредством интеллектуальных систем светорегулирования // Светотехника. 2009. № 4. С. 41–44.

6. Копытов С.М., Ульянов А.В., Шибеко Р.В. Коммутатор сетевого напряжения для управления светодиодными осветительными приборами с помощью низкочастотной PLC-технологии // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 9. С. 152–161. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-9-152-161.

7. Kopytov S.M., Ulyanov A.V. Modification of the Dimming Control Method for LED Lighting Using PLC Technology, 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). Vladivostok, 2018. P. 1–4. DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602739.

УДК 535.212:620.186.5:621.385.833.28

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Харькова А.В.

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, e-mail: alenaenergie@gmail.com

В данной работе описана технология формирования поверхностно-периодических структур на поверхности металлических деталей при помощи фемтосекундного лазерного излучения. Представлена экспериментальная установка, которая включает в себя лазерную систему, вакуумную камеру, вспомогательную жидкость и буферный газ. Формирование поверхностно-периодических структур происходит за счет воздействия лазерным излучением на поверхность образца в жидкой среде, изолированной от атмосферного воздуха. Лазерный синтез проводился при различных режимах лазерного излучения. Использование в качестве жидкой среды углеводорода, во время проведения обработки детали в вакуумной камере позволило одновременно с этим произвести легирование поверхности за счет насыщения металла углеродом. Проведен анализ полученных структур при помощи растрового электронного микроскопа. Поверхности образцов были исследованы после каждого режима воздействия. Проведено исследование периода структур при разных значениях давления, период варьировался в диапазоне от 0,3 до 0,8 мкм. Построены графики зависимости размеров поверхностно-периодических структур от давления при сканировании лазерным лучом и при точечном режиме обработки. Предложенная методика может быть использована в приложениях машиностроения, а именно использоваться в качестве технологии обработки поверхностей деталей машин для повышения их физико-механических свойств.

Ключевые слова: фемтосекудное лазерное излучение, обработка поверхности, поверхностно-периодические структуры, легирование поверхности

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR EXPERIMENTAL RESEARCH OF PHYSICAL AND TECHNICAL PROCESSING OF PARTS USING FEMTOSECOND LASER RADIATION

Kharkova A.V.

Vladimir State University A.G. and N.G. Stoletovs, Vladimir, e-mail: alenaenergie@gmail.com

This paper describes the technology of forming surface-periodic structures on the surface of metal parts using femtosecond laser radiation. An experimental setup is presenting, which includes a laser system, a vacuum chamber, an auxiliary liquid and a buffer gas. The formation of surface-periodic structures occurs due to the action of laser radiation on the surface of the sample in a liquid medium isolated from atmospheric air. Laser synthesis was carried out in various modes of laser radiation. The use of a hydrocarbon as a liquid medium during the processing of a part in a vacuum chamber made it possible to simultaneously alloying the surface due to the saturation of the metal with carbon. The analysis of the obtained structures was carried out using a scanning electron microscope. The surfaces of the samples were examining after each exposure regime. The study of the period of the structures at different values of pressure was carried out; the period varied in the range from 0.3 to 0.8 μm. The graphs of the dependence of the sizes of surface periodic structures on pressure when scanning with a laser beam and in a point processing mode are plotting. The proposed technique can be using in mechanical engineering applications, namely, used as a technology for surface treatment of machine parts to improve their physical and mechanical properties.

Keywords: femtosecond laser radiation, surface treatment, surface periodic structures, surface alloying

В настоящее время одним из актуальных направлений исследований является создание новых технологий и методик обработки, способствующих повышению физико-механических свойств различных деталей. Существует множество способов поверхностной обработки деталей, например закалка, микродуговая обработка, лазерная обработка и многие другие [1, 2]. Механические методы структурирования поверхности обычно включают в себя обработку при помощи резания, а также обработку под давлением (пластическое деформирование). Существенным недостатком является то, что при помощи данных методик трудно добиться формирования микро- и наноструктур на поверхности детали с заданными свойствами. Химические методы включают в себя обработку поверхности детали при помощи травления. Однако для реализации химического метода требуется большое количество стадий подготовки, таких как подготовка деталей к химическому фрезерованию, нанесение специальных защитных покрытий; необходима последующая очистка детали обработки. Лазерное структурирование можно отнести к термическому методу, так как обработка производится за счет воздействия лазерным излучением высокой мощности.

Лазерная поверхностная обработка является одним из самых эффективных инструментов для придания различным материалам совершенно новых функциональных свойств.

Лазерное структурирование поверхности происходит за счет образования на поверхности материала лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур. Данный процесс представляет собой одно из перспективных направлений современных научных исследований в области микроэлектроники, плазменной физики и наноматериалов. При помощи такой обработки становится возможным синтезировать строго упорядоченные структуры, имеющие микро- и наноразмеры на поверхности различных материалов. Структурирование при помощи лазерного излучения также отличается высокой производительностью и воспроизводимостью результатов [3]. Множество работ было посвящено модификации поверхности различных материалов, в результате которой образовывались данные структуры [4, 5]. За счет лазерной модификации поверхности происходит изменение физико-механических свойств материала, что оказывает существенное влияние на значение коэффициента трения и твердости поверхности материала.

Целью проводимого исследования являлась разработка нового метода обработки металлических деталей для повышения их физико-механических свойств, а именно повышения износостойкости материала, которая бы позволила производить точечную обработку, повысить эффективность обработки, а также максимально сократить количество стадий.

Материалы и методы исследования

Схема проведенного эксперимента представлена на рис. 1. На схеме имеются следующие обозначения: 1 – лазерная установка, 2 – лазерное излучение, 3 – светоделительная пластина, 4 – гальваносканер, 5 – вакуумная камера, 6 – регулятор давления, 7 – газовый баллон, 8 – вспомогательная жидкость, 9 – образец, 10 – позиционный столик, 11 – ПК, 12 – фотодетектор.

В качестве источника лазерного фемтосекундного излучения в работе использовалась Yb:KGW-лазерная система. Установка имеет следующие параметры излучения: длина волны – 1030 нм, длительность импульсов – 280 фс, частота следования импульсов – 10 кГц. Значение мощности лазерного излучения в среднем составляло 1,5 Вт. В качестве жидкой среды был использован гексан, в качестве буферного газа – аргон, в качестве образца применялась титановая пластина марки ВТ1-0. Образец погружался под слой вспомогательной жидкости. Значение давления менялось от 6,3 мбар до 22 бар. Для исследования коэффициента трения поверхности титана использовался трибометр.

Всего было обработано 10 образцов. На каждом образце были проведены 4 различных режима воздействия. На первых двух областях было проведено сканирование лазерным излучением, на первой области скорость сканирования лазерного луча составляла 10 мм/с, на второй – 100 мм/с. Плотность заливки – 20 линий на 1 мм. На 3-й и 4-й областях было произведено определенное количество импульсов лазерным излучением в точку: на 3-й – 10 импульсов в точку, на 4-й – 100 импульсов в точку. Плотность составляла 20 точек на 1 мм.

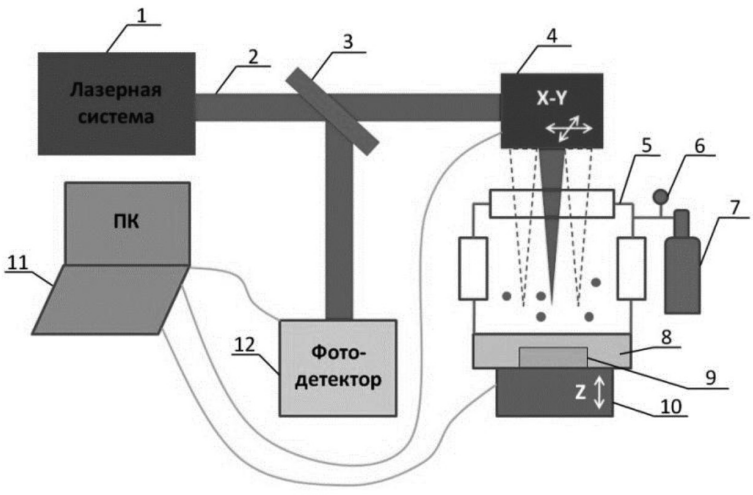


Рис. 1. Схема эксперимента

Результаты исследования и их обсуждение

Каждая обработанная область была исследована с помощью растрового электронного микроскопа. На рис. 2 показано сравнение некоторых результатов обработки при сканировании лазерным лучом. На каждом квадрате было проведено не менее 5 измерений размеров структур в различных областях. При помощи данной статистической обработки результатов измерений были получены средние значения периода поверхностных структур при различном давлении на каждом квадрате. В данной выборке представлена вся вышеуказанная генеральная совокупность, что позволяет сделать вывод о ее репрезентативности. Таким образом, проведено сравнение 10 областей обработки, каждая из которых включала 4 зоны, обработанные при разных давлении и режиме.

На рис. 2 хорошо заметно формирование так называемых ППС – поверхностно-периодических структур. Такое физическое явление возникает вследствие неравномерного нагрева материала на его поверхности. Образование электромагнитных волн, которые сосредоточены в поверхностном слое материала, приводит к появлению поверхностно-периодических структур. Такие волны образуются в результате интерференции падающей волны излучения и рассеянной волны дифракции, созданных материалом поверхности. Волны, формирующиеся на поверхности материала, вступают в интерференцию с падающим лазерным излучением. В результате процесса интерференции двух волн, которые перемещаются в разных направлениях, возникает результирующее пространственное распределение интенсивности. Такое распределение формируется строго с таким же периодом, как и у резонансной решетки. Когда значение интенсивности высоко, имеет место неоднородный разогрев среды, что в итоге приводит к увеличению высоты резонансного рельефа. Данный процесс происходит в связи с перераспределением температуры между подсистемами вещества. После остывания материала рельеф закрепляется в виде ППС. В случае сверхкоротких лазерных импульсов за время воздействия импульса успевает происходить только процесс перераспределения температур. Таким образом, вначале материал поглощает энергию излучения, вследствие этого энергия передается электронной подсистеме, после этого электронная подсистема передает энергию кристаллической решетке. За счет этого происходит формирование пространственного профиля температуры. Все остальные процессы имеют место уже после воздействия сверхкороткого импульсного излучения. Это может быть как плавление материала, испарение, так и тепловое расширение.

В результате воздействия на деталь ультракоротким лазерным импульсом происходит локальный сверхбыстрый нагрев мишени, за счет чего теплоотвод в материале очень мал. В этом случае время перехода из световой энергии в тепловую энергию больше времени длительности импульса, за счет этого происходит сверхбыстрое охлаждение детали обработки. Также имеет место процесс холодной лазерной абляции – процесс удаления части начального объема материала, что способствует очистке поверхностного слоя материала мишени [6].

На основании полученных данных были построены графики зависимости периода поверхностно-периодических структур от величины давления в камере. На рис. 3 представлен график зависимости размеров поверхностно-периодических структур от значения давления.

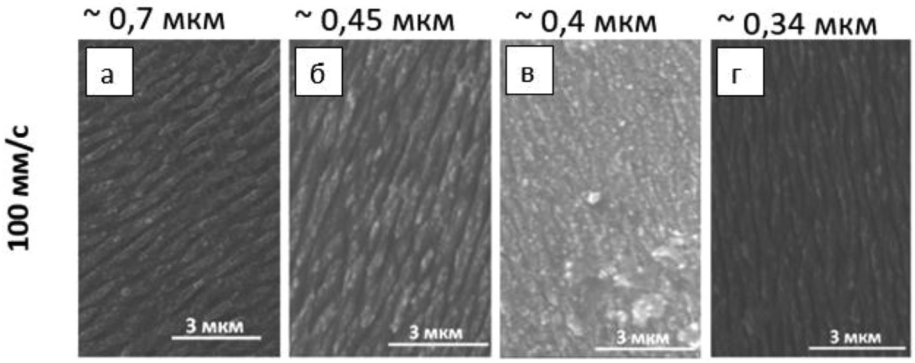


Рис. 2. Сравнение обработанных областей при сканировании лазерным лучом со скоростью 100 мм/с: а – 6,3 мбар, б – 5 бар, в – 15 бар, г – 22 бар

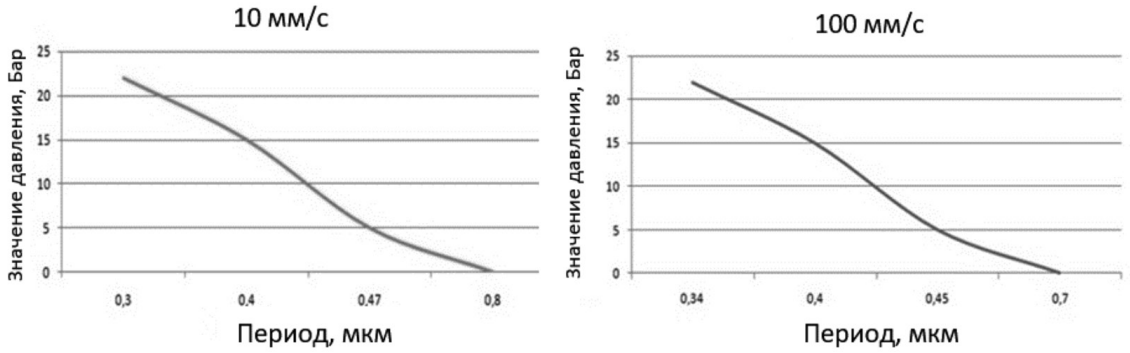


Рис. 3. Графики зависимости размеров поверхностно-периодических структур от давления при сканировании лазерным лучом

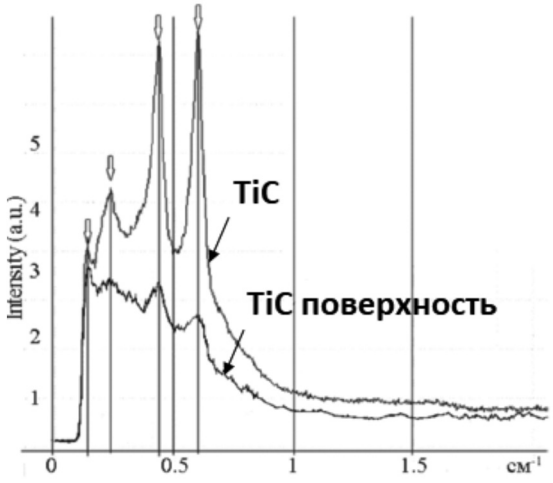


Рис. 4. Сравнение спектров комбинационного рассеяния промышленного карбида титана (TiC) и синтезированного (TiC поверхность)

На полученных графиках видно, что период поверхностных структур уменьшается с увеличением давления. На РЭМ-изображениях периодических структур (рис. 2) хорошо прослеживается данная зависимость. Уменьшение периода структур можно объяснить большим вкладом энергии в обрабатываемую область, так как при повышении давления меняется характер поведения жидкой среды – гексана. Кипение при повышении давления становится все менее интенсивным. Чем выше внешнее давление, тем выше становится температура кипения гексана [7]. Таким образом, расфокусирование лазерного пучка происходит уже не так интенсивно, как при интенсивном кипении жидкости.

Помимо этого, наличие в качестве жидкой среды углеводорода – гексана – позволяет легировать поверхностный слой металла углеродом. Титан можно отнести к активному химическому элементу; за счет воздействия лазерного излучения на поверхность такого металла происходит высвобождение углерода из гексана, что приводит к реакции образования связи титан – углерод. Результаты сравнения пиков спектров комбинационного рассеяния, которые подтверждают образование карбида титана, приведены на рис. 4. Насыщение металла углеродом позволяет защитить поверхность детали от ее окисления, а также способствует повышению прочности и твердости изделия, при этом снижаются показатели пластичности и вязкости.

На рис. 5 представлены результаты исследования коэффициента трения поверхности образца, обработанного сканированием со скоростью 100 мм/с при давлении 15 бар. Аналогичную тенденцию к уменьшению коэффициента трения имели и остальные обработанные образцы; таким образом, коэффициент трения при лазерной обработке снижался в среднем в 3–5 раз.

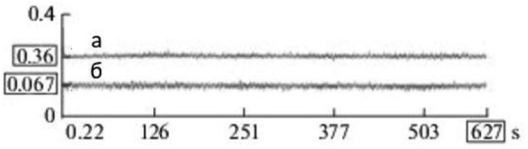


Рис. 5. Сравнение коэффициента трения поверхности титана: а – до обработки, б – после лазерного воздействия

За счет образования микроструктур на поверхности образца (рис. 2) происходит формирование так называемых впадин, которые могут быть играть роль «масляных карманов». Впадины способствуют подаче смазки в контактную область и будут выступать в виде «ловушек» для твердых частиц; данный факт способствует повышению износостойкости материала [8]. Впадины позволяют удержать смазочный материал, что также дает возможность снизить коэффициент трения поверхности. Вместе с тем образование на поверхности образцов тонкого приповерхностного слоя карбида титана также повышает износостойкость и коррозионную стойкость материала, твердость возрастает в среднем с 6 до 9,5 по шкале Мооса [9]. Возможность повышения эффективности лазерной обработки за счет использования жидкой среды также подтверждается в работе [8], где указано, что путем формирования ударных поверхностных волн в жидкой среде происходит вклад дополнительной механической энергии в зону обработки. В связи с этим можно говорить о непосредственном повышении эффективности предлагаемого метода обработки и повышении физико-механических свойств обработанной поверхности за счет использования предложенного метода обработки поверхностей.

Заключение

Таким образом, в работе представлен метод обработки поверхности металлических деталей при помощи фемтосекундного лазерного излучения. Разработанная технология позволит значительно сократить количество стадий во время процесса обработки, так как не требует специальной подготовки детали, а также исключает необходимость ее постобработки. Также лазерный метод является практически безотходным.

Метод позволяет формировать на поверхности металла периодические структуры, а также управлять их размерами за счет изменения режимов обработки. Во время воздействия происходит насыщение поверхности металла углеродом, что позволяет защитить деталь от последующего окисления. В зависимости от поставленных задач возможно менять вспомогательную жидкость (например, на жидкий азот) для синтеза иных химических соединений. Помимо прочего, экспериментальная установка позволяет не только обрабатывать конечные детали, но и выполнять научно-исследовательскую деятельность для реализации смежных экспериментальных задач.

Результаты экспериментов могут быть использованы в области машиностроения, а именно для обработки деталей в целях повышения их физико-механических свойств.

Список литературы

1. Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Титов Н.В. Комбинированные способы восстановления и упрочнения деталей машин с использованием МДО-покрытий // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 115. С. 150–157.

2. Федорова Л.В., Федоров С.К., Иванова Ю.С., Ломпас А.М. Технологические основы повышения износостойкости деталей электромеханической поверхностной закалкой // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2017. № 9. С. 85–92.

3. Bonse J., Kotera R., Hartelt M., Spaltmann D., Pentzien S., Hohm S., Rosenfeld A., Kruger J. Tribological performance of femtosecond laser-induced periodic surface structures on titanium and a high toughness bearing steel. Appl. Surf. Sci. 2015. V. 336. P. 21–27.

4. Попок В.Н. Применение нанопорошков металлов и неметаллов для регулирования скорости горения смесевых энергетических материалов на основе нитрата аммония // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 11. С. 25–25.

5. Омурбекова К.Р., Волкова А.В. Применение нанопорошков при производстве высокотеплопроводной керамики // XIX Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии» Секция 6: Материаловедение. 2013. С. 118–119.

6. Ионин А.А., Кудряшов С.И., Самохин А.А. Абляция поверхности материалов под действием ультракоротких лазерных импульсов // Успехи физических наук. 2017. № 2. С. 159–172.

7. Литвинова Г.Ж., Ошеров С.Б., Вогман А.П., Белоусов А.Н., Зольников О.К., Жданова Л.Г., Бондарева Н.Д., Семенов А.Н. Свойства вредных и опасных веществ, обращающихся в нефтегазовом комплексе. В.: ДОАО «Газпроектинжиниринг». 2015. 357 с.

8. Афанасьева Л.Е. Лазерное микроструктурирование поверхности стали // Упрочняющие технологии и покрытия. 2018. № 7. С. 297–302.

9. Гарбузова А.К. Галевский Г.В., Руднева В.В., Ширяева Л.С. Анализ современного состояния производства и применения карбида титана // Вестник СибГИУ. 2014. № 1. С. 34–39.

УДК 004.052.2

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЗИЦИОННО-ИНТЕРВАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЯРНЫХ КОДОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК

Чистоусов Н.К., Чипига А.Ф., Калмыков И.А., Ефременков И.Д., Калмыкова Н.И.
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: kia762@yandex.ru

Для обеспечения более высокой имитостойкости систем опознавания «свой – чужой» надо сокращать время, которое тратится на аутентификацию претендента. В этом случае у нарушителя уменьшается вероятность правильного подбора сигнала ответчика. Для достижения такой цели в ряде работ предлагалось выполнять протоколы аутентификации с использованием параллельных вычислений. В этом случае наибольшее распространение получили параллельные арифметические коды, в частности модулярные коды. Среди данных кодов особое место занимают коды системы классов вычетов (СОК). Высокая скорость вычисления достигается за счет параллельного выполнения арифметических операций. Это происходит благодаря тому, что данные операции выполняются над малыми остатками. При этом в ходе выполнения данных операций обмен промежуточных результатов между модулями кода СОК не осуществляется. Следовательно, при возникновении ошибки она не будет оказывать влияния на другие остатки кода СОК. Значит, при введении избыточных модулей код СОК можно использовать для коррекции ошибок в остатках. При этом данная процедура базируется на вычислении позиционно-интервальной характеристики (ПИХ). Очевидно, что снижение схемных затрат на вычисление ПИХ повышает эффективность алгоритма вычисления ошибок в коде СОК. Поэтому модификация алгоритма вычисления позиционно-интервальной характеристики модулярных кодов для коррекции ошибок является актуальной задачей.

Ключевые слова: протоколы опознавания «свой – чужой», параллельные модулярные коды, позиционно-интервальная характеристика, коррекция ошибок в СОК

MODIFICATION OF THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE POSITION-INTERVAL CHARACTERISTIC OF MODULAR CODES FOR ERROR CORRECTION

Chistousov N.K., Chipiga A.F., Kalmykov I.A., Efremenkov I.D., Kalmykova N.I.
Federal State Autonomous Educational Institution Higher Professional Education «North-Caucasian Federal University», Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru

To ensure a higher imitability of the «friend – foe» identification systems, it is necessary to reduce the time spent on authenticating the applicant. In this case, the violator's probability of correctly selecting the respondent's signal decreases. To achieve this goal, a number of papers have proposed to perform authentication protocols using parallel computing. In this case, parallel arithmetic codes, in particular, modular codes, have become the most widespread. Among these codes, a special place is occupied by the residue number system (RNS). High calculation speed is achieved due to parallel execution of arithmetic operations. This is achieved due to the fact that these operations are performed on small balances. At the same time, during the execution of these operations, operations, the exchange of intermediate results between the RNS code modules are not carried out. This means that if an error occurs, it will not affect other remnants of the RNS code. This means that when introducing redundant modules, the RNS code can be used to correct errors in the residuals. At the same time, this procedure is based on the calculation of the position-interval characteristic (PIH). It is obvious that reducing the circuit and time costs for calculating the PIH increases the efficiency of the algorithm for calculating errors in the remnants of the SOC code. Therefore, the modification of the algorithm for calculating the positional interval characteristic of modular codes for error correction is an urgent task.

Keywords: protocols of identification «friend – foe», parallel modular codes, position-interval characteristic, error correction in the RNS

В настоящее время реализацию таких глобальных отечественных проектов, связанных с освоением природных богатств, расположенных на шельфе Северного Ледовитого океана, невозможно представить без использования низкоорбитальных систем спутниковой связи (НССС). Однако по мере увеличения числа группировок НССС возрастает вероятность навязывания приемнику спутниковой связи, который располагается на необслуживаемом объекте управления (НОУ), ретрансляционной помехи. В качестве такой помехи выступает ранее перехваченный правильный сигнал управления, который передавался с космического аппарата (КА) приемнику НОУ. Чтобы предотвратить попытку навязывания перехваченного сигнала в работе [1], предлагается использовать систему опознавания КА. Для обеспечения высокой скорости определения статуса спутника в работах [2, 3] предлагается реализовать протоколы аутентификации с использованием параллельных кодов системы остаточных классов (СОК).

Однако избыточные коды СОК можно также применять для коррекции ошибок, которые могут возникнуть при вычислениях в протоколах аутентификации. Для достижения данной цели коды СОК используют позиционно-интервальную характеристику (ПИХ). Поэтому модификация алгоритма вычисления позиционной интервальной характеристики модулярных кодов для коррекции ошибок является актуальной задачей.

Основным достоинствам кодов СОК является параллельное выполнение модульных аддитивных и мультипликативных операций [4, 5]. Высокая скорость достигается за счет отсутствия обмена промежуточными результатами между основаниями СОК. Тогда ошибка, возникшая в остатке по одному основанию, не будет оказывать влияния на другие остатки кода СОК. Это свойство используется при построении избыточных модулярных кодов, в которых для коррекции ошибочного остатка необходимо вычислить позиционно-интервальную характеристику.

Целью работы является снижение схемных затрат на коррекцию ошибочного остатка СОК за счет модификации алгоритма вычисления ПИХ.

Материалы и методы исследования

Основные принципы построения кодов СОК достаточно полно раскрыты в работах [4–6]. В коде СОК кодовая комбинация представляет собой кортеж остатков:

$$Y = (y_1, y_2, ..., y_k), \quad (1)$$

где $Y \equiv y_i \bmod m_i$; m_i – основание кода СОК; $\underset{i \neq j}{НОД}(m_i, m_j) = 1$; $i = 1, ..., k$.

Произведение оснований кода СОК определяет размер рабочего диапазона:

$$M^k = \prod_{i=1}^{k} m_i. \quad (2)$$

Так как коды СОК представлены в алгебраической системе «кольцо», то справедливо:

$$C + Y = ((c_1 + y_1) \bmod m_1, (c_2 + y_2) \bmod m_2, ..., (c_k + y_k) \bmod m_k), \quad (3)$$

$$C - Y = ((c_1 - y_1) \bmod m_1, (c_2 - y_2) \bmod m_2, ..., (c_k - y_k) \bmod m_k), \quad (4)$$

$$C \cdot Y = ((c_1 \cdot y_1) \bmod m_1, (c_2 \cdot y_2) \bmod m_2, ..., (c_k \cdot y_k) \bmod m_k), \quad (5)$$

где $C \equiv c_i \bmod m_i$; $\{C, Y\} < M^k$; $i = 1, ..., k$.

В протоколе аутентификации [3], который обеспечивает минимальное время опознавания КА за счет кода СОК, используются: W – секретный ключ КА, а также числа C и B для генерации и проверки времени применения n-го сеансового ключа C(n) и B(n), где $n = 1, 2, ...$. Протокол представлен в таблице.

Протокол аутентификации в коде СОК

Ответчик		Запросчик
Секретные параметры в СОК $W = \{W_i\}, C = \{C_i\}, B = \{B_i\}$	$m_1, ..., m_k$ – модули $\{W, C, B\} < M^k$	
$U_1(n) = \left\| a_1^{W_1(n)} a_1^{C_1(n)} a_1^{B_1(n)} \right\|_{m_i}^{+}$	Исходный статус КА	
$W_i^*(n) = \left\| W_i + \Delta W_i(n) \right\|_{\varphi(m_i)}^{+}$, $C_i^*(n) = \left\| C_i + \Delta C_i(n) \right\|_{\varphi(m_i)}^{+}$, $B_i^*(n) = \left\| B_i + \Delta B_i(n) \right\|_{\varphi(m_i)}^{+}$.	Изменение секретных параметров протокола	
$U_i^*(n) = \left\| a_1^{W_i^*(n)} a_1^{C_i^*(n)} a_1^{B_i^*(n)} \right\| \bmod m_i$	Измененный статус	
	Вопрос	$H = (H_1(n), ..., H_k(n))$

Окончание таблицы

Ответчик		Запросчик
$\begin{cases} Q_i^1(n) = \left\|W_i^*(n) - H_i W_i(n)\right\|_{\varphi(m_i)}^+, \\ Q_i^2(n) = \left\|C_i^*(n) - H_i C_i(n)\right\|_{\varphi(m_i)}^+, \\ Q_i^3(n) = \left\|B_i^*(n) - H_i B_i(n)\right\|_{\varphi(m_i)}^+. \end{cases}$	Вычисляются ответы	
	Проверка ответов	$R_i(n) = \left\|U_i^{H_i(n)} a_i^{Q_i^1(n)} a_i^{Q_i^2(n)} a_i^{Q_i^3(n)}\right\|_{m_i}^+$ $\left\{R_i(n)\right\} = \left\{U_i^*(n)\right\}$ – КА «свой»

Использование модулярных кодов позволяет повысить скорость проводимых вычислений. В работе [5] показано, что для выполнения операции умножения двух 128-битовых операндов максимально требуется 7 CPU Clock Cycles (тактов центрального процессора). Если исходные данные представить в виде 4×32бит, то потребуется 5 тактов CPU Clock Cycles, что в 1,4 раза меньше. Таким образом, очевидно, что применение модулярных кодов позволяет сократить время на опознавание спутника.

Для построения кодов СОК, способных исправлять ошибки в одном остатке, используются два контрольных основания [6–9], для которых истинно неравенство:

$$m_{k+2} \cdot m_{k+1} > m_k \cdot m_{k-1}. \quad (6)$$

В результате получается полный диапазон кода СОК:

$$M^{k+2} = \prod_{i=1}^{k+2} m_i = M^k m_{k+1} m_{k+2}. \quad (7)$$

Тогда комбинация кода СОК считается разрешенной, если выполнено условие:

$$Y=(y_1, y_2, ..., y_k, y_{k+1}, y_{k+2}) < M^k. \quad (8)$$

Для проверки условия (8) можно использовать обратное преобразование из СОК в позиционный код (СОК-ПК) с использованием Китайской теоремы об остатках (КТО):

$$Y = \sum_{i=1}^{k+2} y_i B_i^{k+2} \bmod M^{k+2}, \quad (9)$$

где $B_i^{k+2} = u_i M^{k+2} m_i^{-1}$ – ортогональный базис для кода СОК, состоящего из k+2 оснований; $B_i^{k+2} \equiv 1 \bmod m_i$; u_i – вес ортогонального базиса; $u_i (M^{k+2} p_i^{-1}) \equiv 1 \bmod m_i$; $i = 1, ..., k$.

Условие (8) показывает, что для исправления ошибочного остатка по одному из оснований необходимо определить позицию числа $Y = (y_1, y_2, ..., y_{k+2})$ относительно рабочего диапазона. Поэтому для достижения поставленной цели в кодах СОК используются позиционно-интервальные характеристики. Непозиционные избыточные коды СОК характеризуются многовариантностью по использованию ПИХ. В работе [8] для исправления ошибки в одном основании предлагается использовать метод проекции, в котором поочередно из избыточной комбинации СОК удаляются остатки. Полученную комбинацию переводят в позиционный код и сравнивают с M^k. Условие (8) будет выполнено только при удалении ошибочного остатка. В качестве недостатка метода проекции можно отметить последовательный характер определения ошибочного остатка. Кроме того, необходимо выполнять перевод СОК-ПК при изменяющемся кортеже оснований, что требует пересчета ортогональных базисов для выполнения (9). В работе [9] предлагается использовать вычисления следа числа. Для определения ошибочного остатка необходимо из кодограммы СОК последовательно в течение k итераций вычитать константы нулевизации. Если код СОК не содержит ошибки, то в конечном результате должна получиться нулевая комбинация. В противном случае вычисленные остатки $\hat{y}_{k+1} \neq 0, \hat{y}_{k+2} \neq 0$. По величине полученного следа можно однозначно определить и исправить ошибочный остаток. Однако данный алгоритм не может быть реализован параллельно, так выбор констант нулевизации зависит от результата, полученного на предыдущей итерации.

Устранить данные недостатки можно с помощью алгоритма вычисления ПИХ, приведенного в работе [10]. Однако он обладает недостатком – вычисления ПИХ проводятся по большему модулю $\tilde{M}^{k+2} = m_{k+1}m_{k+2}$, что увеличивает схемные затраты. Для устранения данного недостатка проведем его модификацию.

Для проверки выполнения условия (8) найдем ПИХ, используя выражение:

$$D = \left[\frac{Y}{M^k}\right] = \left[\frac{\sum_{i=1}^{k+2} y_i B_i^{k+2} \bmod M^{k+2}}{M^k}\right] = \left[\frac{\sum_{i=1}^{k+2} y_i B_i^{k+2} - c_Y^{k+2} M^{k+2}}{M^k}\right], \quad (10)$$

где [ ] – целая вычисленного частного; c_Y^{k+2} – позиционная характеристика ранг числа Y, которая определяет количество переходов за M^{k+2} при выполнении перевода СОК-ПК.

В работе [7] доказано, что ортогональные базисы для полного B_i^{k+2} и рабочего B_i^k диапазонов подобны. Следовательно, для них справедливо:

$$B_i^{k+2} \equiv B_i^k \bmod M^k, \quad (11)$$

где $i = 1, ..., k$.

На основе свойства (11) справедливо равенство:

$$B_i^{k+2} = \left[\frac{B_i^{k+2}}{M^k}\right] + B_i^k = K_i M^k + B_i^k. \quad (12)$$

В этом случае выражение (10) можно представить:

$$D = \left[\frac{\sum_{i=1}^{k+2} y_i (K_i M^k + B_i^k) - c_Y^{k+2} M^{k+2}}{M^k}\right] = \left[\sum_{i=1}^{k+2} y_i K_i + c_y^k - c_y^{k+2} m_{k+1} m_{k+2}\right], \quad (13)$$

где $c_y^k = \left[\frac{\sum_{i=1}^{k} y_i B_i^k}{M^k}\right]$ – ранг числа Y в коде СОК, состоящего из k оснований.

Позиционно-интервальная характеристика, определяемая (10), может принимать значения от 0 до $\tilde{M}^{k+2} - 1$. Значит, используя изоморфизм, порожденный КТО, можно перейти от вычислений по одному модулю $\tilde{M}^{k+2}$ к параллельным вычислениям по контрольным основаниям m_{k+1}, m_{k+2}. Тогда:

$$\begin{aligned} D_1 &= \left(\sum_{i=1}^{k+2} y_i K_i + c_y^k - c_y^{k+2} m_{k+1} m_{k+2}\right) \bmod m_{k+1} = \left(\sum_{i=1}^{k+2} y_i K_i + c_y^k\right) \bmod m_{k+1}, \\ D_2 &= \left(\sum_{i=1}^{k+2} y_i K_i + c_y^k - c_y^{k+2} m_{k+1} m_{k+2}\right) \bmod m_{k+2} = \left(\sum_{i=1}^{k+2} y_i K_i + c_y^k\right) \bmod m_{k+2}. \end{aligned} \quad (14)$$

Для выполнения (13) используется LUT-таблица, содержащая $N_1 = \tilde{M}^{k+2} \times \tilde{M}^{k+2}$ ячеек памяти запоминающей матрицы. При использовании модифицированного алгоритма вычисления ПИХ потребуется $N_2 = \sum_{i=k+1}^{k+2} m_i^2$. Очевидно, что $N_2 < N_1$.

Результаты исследования и их обсуждение

Пусть имеем информационные модули $m_1 = 7$, $m_2 = 17$, $m_3 = 19$ и два контрольных $m_4 = 29$, $m_5 = 31$. Диапазоны кода СОК: рабочий $M^k = 2261$, полный $M^{k+2} = 2032639$, контрольный $\tilde{M}^{k+2} = 899$. Для данных оснований получаем ортогональные базисы:

$$B_1^5 = \frac{u_1 M^5}{m_1} = \frac{5 \cdot 2032639}{7} = 1451885, \quad B_2^5 = \frac{u_2 M^5}{m_2} = \frac{3 \cdot 2032639}{17} = 358701,$$

$$B_3^5 = \frac{u_3 M^5}{m_3} = 748867, \quad B_4^5 = \frac{u_4 M^5}{m_4} = 981274, \quad B_5^5 = \frac{u_5 M^5}{m_5} = 524552.$$

Представим их согласно выражению (12):

$$B_1^5 = K_1 M^3 + B_1^3 = 642M^3 + 323, \quad B_2^5 = K_2 M^3 + B_2^3 = 158M^3 + 1463,$$

$$B_3^5 = K_3 M^3 + B_3^3 = 331M^3 + 476, \quad B_4^5 = K_4 M^3 = 434M^3, \quad B_5^5 = K_5 M^3 = 232M^3.$$

Пусть на вход блока вычисления ПИХ подается код $Y = (5,14,11,27,15) < M^3$. Тогда ранг числа Y по информационным модулям равен:

$$c_Y^3 = \left[\sum_{i=1}^{3} y_i B_i^k \Big/ M^3 \right] = \left[(5 \cdot 323 + 14 \cdot 1463 + 11 \cdot 476)/2261 \right] = 12.$$

Тогда ПИХ равна:

$$D_1 = \left| \sum_{i=1}^{5} y_i K_i + c_y^3 \right|_{m_4}^{+} = \left| 5 \cdot 642 + 14 \cdot 158 + 11 \cdot 331 + 27 \cdot 434 + 15 \cdot 232 + 12 \right|_{29} = 0.$$

$$D_2 = \left| \sum_{i=1}^{5} y_i K_i + c_y^3 \right|_{m_5}^{+} = \left| 5 \cdot 642 + 14 \cdot 158 + 11 \cdot 331 + 27 \cdot 434 + 15 \cdot 232 + 12 \right|_{31} = 0.$$

Так как ПИХ равна нулю, то комбинация является разрешенной, т.е. $Y < M^k$.

Пусть в процессе выполнения протокола аутентификации произошла ошибка и на вход блока ПИХ поступила комбинация $Y^* = (0^*,14,11,27,15)$. Тогда ранг числа Y* равен:

$$c_{Y^*}^3 = \left[\sum_{i=1}^{3} y_i B_i^k \Big/ M^3 \right] = \left[(0 \cdot 323 + 14 \cdot 1463 + 11 \cdot 476)/2261 \right] = 11.$$

Тогда ПИХ равна

$$D_1 = \left| \sum_{i=1}^{5} y_i K_i + c_y^3 \right|_{m_4}^{+} = \left| 0 \cdot 642 + 14 \cdot 158 + 11 \cdot 331 + 27 \cdot 434 + 15 \cdot 232 + 12 \right|_{29} = 8.$$

$$D_2 = \left| \sum_{i=1}^{5} y_i K_i + c_y^3 \right|_{m_5}^{+} = \left| 0 \cdot 642 + 14 \cdot 158 + 11 \cdot 331 + 27 \cdot 434 + 15 \cdot 232 + 12 \right|_{31} = 13.$$

Получили: ПИХ равен $D = (D_i, D_2) = (8,13) = 385$), где $D \equiv D_i \bmod m_i$, i = 4,5.

Воспользуемся алгоритмом вычисления ПИХ [10]. Получаем:

$$D = \left| \sum_{i=1}^{5} y_i K_i + c_y^3 \right|_{\tilde{M}^5}^{+} = \left| 0 \cdot 642 + 14 \cdot 158 + 11 \cdot 331 + 27 \cdot 434 + 15 \cdot 232 + 12 \right|_{899}^{+} = 385.$$

Для этого значения ПИХ вектор ошибки $\Delta_{корр} = (2,0,0,0,0)$. Коррекция дает:

$$Y = Y^* - \Delta_{корр} = (0,14,11,27,15) - (2,0,0,0,0) = (5,14,11,27,15).$$

Модифицированный алгоритм вычисления ПИХ показал аналогичный результат по сравнению с прототипом, для которого требуется $N_1 = \tilde{M}^5 \times \tilde{M}^5 = 808201$ ячеек памяти LUT-таблицы. При этом для модифицированного алгоритма вычисления ПИХ используется $N_2 = \sum_{i=4}^{5} m_i^2 = 1802$ ячеек памяти запоминающей матрицы LUT-таблицы. Очевидно, что поставленная цель, направленная на снижение схемных затрат, достигнута.

Заключение

В статье показан протокол аутентификации спутника, реализованный в коде СОК. Применение данного кода за счет параллельных вычислений позволяет не только уменьшить время на опознавание КА, но и корректировать ошибки, которые могут возникнуть в процессе работы системы «свой – чужой» для НССС. С целью снижения схемных затрат на реализацию запросно-ответной системы была проведена модификация алгоритма вычисления ПИХ. Поставленная цель достигнута благодаря изоморфизму Китайской теоремы об остатках. В статье рассмотрен пример реализации модифицированного алгоритма вычисления ПИХ. Полученные результаты совпали с результатами прототипа, для которого требуется $N_1 = 808201$ ячеек памяти LUT-таблицы. При этом для модифицированного алгоритма вычисления ПИХ используется $N_2 = 1802$ ячеек памяти запоминающей матрицы LUT-таблицы. Очевидно, что поставленная цель, направленная на снижение схемных затрат, достигнута.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90009.

Список литература

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

2. Калмыков И.А., Чипига А.Ф. Алгоритм коррекции ошибок, возникающих при вычислении ответа на запрос отказоустойчивой системы опознавания спутника // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 3. С. 96–100. DOI: 10.17513/snt.38069.

3. Чистоусов Н.К., Калмыкова Н.И. Разработка протоколов аутентификации низкоорбитальных космических аппаратов на основе параллельных кодов систем остаточных классов // Инженерный вестник Дона. 2021. № 4. [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2021/6912 (дата обращения: 10.08.2021).

4. Червяков Н.И., Коляда А.А., Ляхов П.А. Модулярная арифметика и ее приложения в инфокоммуникационных технологиях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 400 с.

5. Рокотянский М. Стоимость операций в тактах ЦП. [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/company/otus/blog/343566 (дата обращения: 10.08.2021).

6. Ananda Mohan Residue Number Systems. Theory and Applications. Springer International Publishing Switzerland, 2016. 351 p.

7. Omondi A., Premkumar B. Residue Number Systems: Theory and Implementation. Imperial College Press. UK, 2007. 296 p.

8. Yones D. Comparative Study on Different Moduli Sets in RNS. International Conference on Computer System and Industrial Informatics (ICCSII), 2012. P. 1–6.

9. Mohan P.V. Residue Number Systems. Algorithms and Architectures. Springer Science + Business Media New York, 2002. 254 p.

10. Бабенко Л.К., Ефременков И.Д., Мирошников Д.А. Использование избыточных модулярных кодов при разработке отказоустойчивых запросно-ответных систем распознавания спутника // Фундаментальные исследования. 2017. № 12–2. С. 292–296.

УДК 004.75

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ХРАНИЛИЩА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В РЕПОЗИТОРИИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Ямашкин С.А., Скворцов М.А., Большакова М.В., Ямашкин А.А.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru

В Российской Федерации остро стоит вопрос усиления связанности территории. Немаловажную роль в решении данного вопроса играют инфраструктуры пространственных данных, внедряемые для обработки и анализа информации о сложных геосистемных моделях. Ядром систем данного класса в настоящее время становятся алгоритмы машинного обучения, консолидируемые в репозиториях нейросетевых моделей и позволяющие автоматизированно выделять пространственно-временные закономерности и на базе имеющихся данных прогнозировать наступление или исход природных катаклизмов. Цели данного исследования – подробное изучение принципов работы InfluxDB, оценивание ее возможностей и рассмотрение возможности ее применения в качестве хранилища для репозитория нейросетевых моделей. InfluxDB работает при использовании технологии кеширования для сохранения мгновенного результата и файла восстановления и запуска системы WAL, который хранит основную структуру организации базы данных. Читается данный файл только в одном случае – с целью восстановления системы. Для того чтобы размер этого файла был меньше, к нему применяют библиотеку сжатия Snappy. Для хранения на диске используется система столбчатого хранения данных TSM. Данный формат основан на построении логарифмически структурированных деревьев слияний. При использовании данной структуры файлы обрабатывают по мере сброса кеша, постоянно расширяя структуру TSM. В результате данного исследования рассмотрены основные принципы работы InfluxDB, основные методы и принципы ее работы и дана оценка применимости ее к задуманной системе. Для решения задачи использования прикладного API-интерфейса в вычислениях предложено использовать парадигму GraphQL, позволяющую создать не простое соединение клинт-сервера, а группу микросервисов.

Ключевые слова: база данных, InfluxDB, нейронные сети, репозиторий, GraphQL, анализ, датасет

ANALYSIS OF THE PRINCIPLES AND METHODS OF FORMATION OF TIME-SERIES STORAGE AND ORGANIZATION OF SOFTWARE INTERFACES IN REPOSITO-RIA OF NEURAL NETWORK MODELS

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

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk, e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru

In the Russian Federation, there is an acute issue of strengthening the connectedness of the territory. An important role in solving this issue is played by spatial data infrastructures introduced for processing and analyzing information about complex geosystem models. The core of systems of this class is currently being machine learning algorithms, consolidated in the repositories of neural network models and allowing to automatically identify spatio-temporal patterns and, on the basis of available data, predict the onset or outcome of natural disasters. The purpose of this research is to study in detail the principles of InfluxDB, evaluate its capabilities and consider the possibility of its use as a repository of neural network models. InfluxDB works by using caching technology to store instant results and a WAL restore and startup file that stores the basic structure of the database organization. This file is read only in one case – to restore the system. In order to make the size of this file smaller, the Snappy compression library is applied to it. The TSM columnar storage system is used for disk storage. This format is based on the construction of logarithmically structured merge trees. With this structure, files are processed as the cache is flushed, constantly expanding the TSM structure. As a result of this research, the basic principles of InfluxDB operation, the basic methods and principles of its operation are considered, and an assessment of its applicability to the intended system is given. To solve the problem of using the application API in calculations, it is proposed to use the GraphQL paradigm, which allows you to create not a simple client server connection, but a group of microservices.

Keywords: database, InfluxDB, neural networks, repository, GraphQL, analysis, dataset

В Российской Федерации остро стоит вопрос усиления связанности территории. Немаловажную роль в решении данного вопроса играет эффективное внедрение цифровых инфраструктур пространственных данных (ИПД) регионов России, направленных в основном на оперативную диагностику природно-социально-производственных систем (ПСПС) и высокоточное прогнозирование развития стихийных процессов и явлений. Центральную часть систем данного класса представляют алгоритмы и методы машинного анализа пространственных данных, позволяющие решать целый спектр прикладных задач, таких как обучение признакам, обнаружение аномалий, объединение данных, классификация данных. Предметом анализа могут выступать данные космической съемки, аэрофотосъемка, массивы информации о природных явлениях,

о социальных, экономических и природных объектах, имеющих разрозненную геопространственную организацию. Области применения результатов анализа в народном хозяйстве при этом чрезвычайно широки – от оценки последствий стихийных процессов до повышения эффективности сельского хозяйства [1].

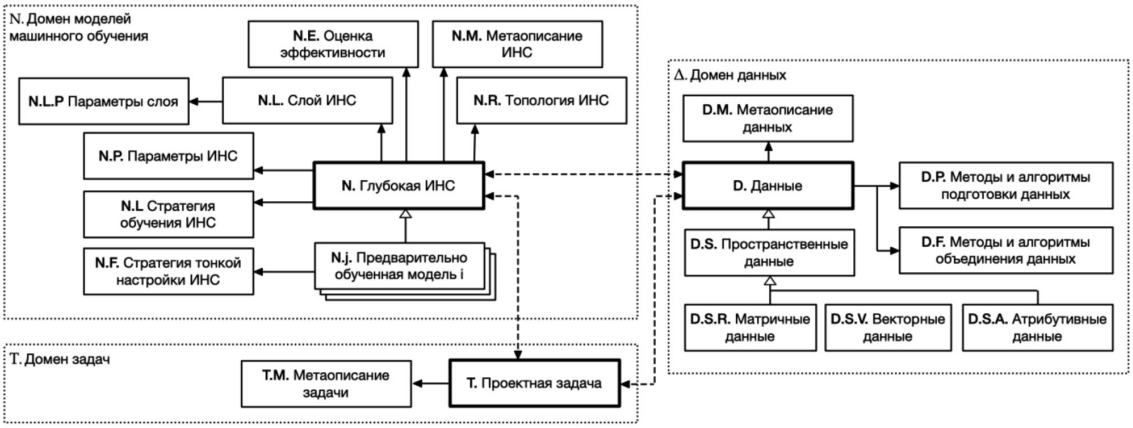
Цель исследования состоит в рассмотрении принципов работы СУБД временных рядов InfluxDB, оценке ее возможностей и характеристик, рассмотрении способов применения InfluxDB, изучении способов интеграции InfluxDB с языком запросов GraphQL для внедрения в репозиторий нейросетевых моделей, а также в рассмотрении возможности ее применения в качестве хранилища для репозитория нейросетевых моделей.

Материалы и методы исследования

Для успешного формирования программной реализации и составления архитектуры проекта разработки репозитория глубоких нейросетевых моделей в целом необходимо продумать и составить онтологическую модель, в которой будет определено формальное описание решаемых задач, алгоритмов обучения и задано отношение между всеми сущностями системы. После анализа всех требований к системе они были закреплены посредством создания онтологической модели. Она определяет требования к хранилищу данных, подразумевает, что все представления разбиты на домены для комплексной формализации изучаемой области знаний – каждая рассматриваемая модель будет соответствовать конкретному набору данных (атрибутивных, растровых, тензорных, векторных) и задач (рисунок).

При помощи такого типа организации репозитория возможно дать формализованное определение исследуемым знаниям, создать базу для проектирования платформенного решения консолидации, а также эффективно использовать и хранить нейросетевые модели для решения проблемно-ориентированных задач [2].

Использование нейросетевых технологий является приоритетной задачей во всем мире. На данный момент уровень их развития поражает воображение. Если раньше они могли отслеживать только статистические данные и выдавать сухие цифры, то сейчас они в реальном времени способны визуализировать свои данные, а их оптимизация достигает такого уровня, что для их работы подойдет любой среднестатистический смартфон. Нейронная сеть (НС) – это математическая модель, которая представляет собой упрощенную в формальном смысле и усложненную в области математической теории модель биологической НС. Обучение НС представляет собой постоянно повторяющийся процесс модификации массива весов посредством существующих математических алгоритмов, целью которых является многомерная оптимизация. При обучении НС используются наборы данных, которые называются датасетами. Датасет – это некоторый упорядоченный набор данных в удобном для применения вместе с нейронной сетью формате, где каждый элемент хранит пару данных – ожидаемый ответ и данные, обрабатываемые НС. По завершении этапа обучения НС мы получаем готовый к использованию набор весов в форме, удобной для восстановления и дальнейшего применения.



Онтологическая модель репозитория для пространственного анализа и прогнозирования с применением глубоких нейронных сетей. Основные сущности

Как правило, при обучении НС записывает полученные веса после каждого шага обучения или после некоторого количества шагов либо лучший результат или согласно любому описанному разработчиком НС алгоритму. Это делается, поскольку существуют риски недоучить или переучить НС. Также это защищает результаты от программных или аппаратных сбоев и позволяет вести статистику обучения с использованием различных датасетов. При данном подходе разработчик может в любой момент вернуться к определенному моменту обучения НС и изменить датасет или значения некоторых весов для получения лучшего результата. В связи с этим разработчики сталкиваются с проблемой хранения и структурирования больших массивов данных. При разработке большого каскада моделей НС предстоит грамотно продумать и автоматизировать данный процесс обработки полученных в результате обучения данных [3].

С.Д. Кузнецов и П.А. Клеменков в статье «Большие данные: современные подходы к хранению и обработке» рассматривали три актуальных подхода к работе с большими данными, а также проанализировали способы решения проблем с обработкой и хранением таких данных [4]. В статье «Big Data – большие данные в бизнесе» автор анализировал различные способы взаимодействия с большими данными, а также рассмотрел использование сервисов для обработки больших данных [5]. Н.С. Паненко и Е.П. Гордиенко в статье «Современные технологии обработки и анализа больших данных в научных исследованиях», в свою очередь, также проанализировали вопрос способа хранения больших данных. Были рассмотрены перспективы развития методов взаимодействия с большими данными в научных исследованиях, а также выполнен обзор технологий хранения больших данных [6].

Результаты исследования и их обсуждение

При перекрестном анализе документации по InfluxDB были выделены основные принципы ее работы, рассмотрены модели ее внутреннего устройства, оценены ее базовые возможности и области применения. Рассмотрим ее более конкретно. Данная БД разработана с целью оптимизации хранения статистических данных. Она достаточно неплохо проявляет себя при внедрении ее в системы интернета вещей, системы отсчета метрик приложений и мониторинга данных. InfluxDB сохраняет значения в виде точек, каждая из которых содержит timestamp, набор полей, набор тегов и измерение.

Для хранения каждой точки используется следующая политика – для точек задаются максимальное время жизни одной точки, количество таких точек в кластере и временной диапазон точек, которые сохранены в данном кластере. Такой подход позволяет проводить быстрый отбор точек, выбирать только заданный временной интервал и проводить над ним любые операции, такие как выборка, удаление, изменение, копирование и др.

Каждый кластер, конечно, может быть отправлен по отдельности, это вызывает большую нагрузку на память и снижение эффективности работы базы данных. Поэтому кластеры принято отправлять группами, называемыми пакетом. Типичный размер пакета – это от сотни до десяти тысяч кластеров.

При создании новых точек InfluxDB производит пересчет существующих точек с целью определения максимально выгодного расположения этих точек, а также проводит их индексирование для обеспечения быстрого доступа к точке и для того, чтобы сделать точку «долговечной». Данная процедура проводится для того, чтобы к точкам можно было легко обратиться в любой момент времени и чтобы была возможность их восстановления после падения сервера с базой данных.

Для обеспечения долговечности точек используется журнал упреждающей (предварительной) записи – Write Ahead Log (WAL). WAL – это файл, в который записывается каждый пакет во время работы системы. Читается данный файл только в одном случае – с целью восстановления системы. Для того чтобы размер этого файла был меньше, к нему применяют библиотеку сжатия Snappy. Snappy – это библиотека, разработанная компанией Google в 2011 г. для быстрой распаковки и сжатия файлов на максимально доступной скорости.

Несмотря на все свои преимущества в области записи данных, система WAL является максимально долгой и сложной для потокового чтения данных. Данная проблема делает такую структуру непригодной для разворачивания на ней системы запросов. Для реализации быстрых и поточных запросов к InfluxDB используется система кеширования. В данном случае в процессе кеширования в оперативную память сервера заносятся структурированные данные, оптимизированные для быстрого извлечения данных. Хранимый кеш держит в себе структуру временных рядов, задан-

ных пользователем, где все поля отсортированы по времени их записи.

Таким образом, две эти структуры – Кеширование и WAL – дополняют друг друга, делая точки долговечными и доступными для запроса. Если в системе произойдет сбой до того, как завершится кеширование, то система восстановит утраченные точки при следующем запуске посредством чтения WAL файла.

Хотя структура WAL и кеширование хорошо работают с входящим потоком временных точек, их недостаточно для долговременного хранения данных в памяти компьютера. Так как файл WAL разворачивается при каждом использовании, необходимо разумно ограничить его размер, чтобы он не отнимал бесконечно долгое время при запуске базы данных и занимал меньшее количество памяти на диске. Что же касается использования кеширования, то данный процесс ограничен размером оперативной памяти и не сможет вместить в себя весь объем данных, хранимых в базе данных. В связи с этим возникает проблема переноса данных в постоянную память, поскольку данные должны быть эффективны по размеру и удобны для организации запросов к ним [7].

Решением данной проблемы служит использование столбчатых методов. Столбчатые методы организуют запись данных по столбцам, а не по строкам, как в классических подходах к хранению данных. Для реализации столбчатого подхода используется формат TSM. Он основан на построении логарифмически структурированных деревьев слияний. При использовании данной структуры файлы обрабатываются по мере сброса кеша, постоянно расширяя структуру TSM. Говоря более простыми словами, в момент предельного заполнения оперативной памяти кешированием оперативная память очищается, передавая свои данные в структуру TSM. После TSM смотрит, есть ли уже записанные данные? Если таковые имеются, то происходят добавление к ним новых данных и уплотнение имеющихся данных для уменьшения размера занимаемой памяти. В противном случае создается первый, базовый кластер данных в памяти, который впоследствии будет расширяться. По мере записывания данных некоторые данные «остывают». Следовательно, их время записи не является приоритетным, и они начинают формировать «холодные» уровни записи данных, к которым больше не применяется процедура уплотнения данных [8].

Программная реализация процедуры уплотнения TSM содержит много высокоуровневой логики и использует запутанные и сложные методы. Но цель, которую она преследует, проста – собрать записываемые кластеры в длинные массивы данных, чтобы максимально улучшить процесс сканирования запросов и сжатия данных.

На основе выбранной БД может быть развернут полномасштабный API-интерфейс для получения данных о конкретной нейронной сети в целях ее использования в дальнейших вычислениях. API (Application programming interface) – это некий программный интерфейс, описывающий способы (т.е. набор функций, классов, констант или структур), благодаря которым одна программа может взаимодействовать с другой, т.е. это некая «прослойка» между приложениями, позволяющая им обмениваться информацией. Данный API-интерфейс будет реализован посредством использования технологии GraphQL. GraphQL – это определенный синтаксис, описывающий, как запрашивать данные с сервера, а также среда выполнения таких запросов. Преимущества данной технологии заключаются в следующем: GraphQL позволяет пользователю указать, какие именно данные ему нужны, не перезагружая запрос лишней информацией; облегчает объединение данных из разных источников. В API-интерфейсе будет реализовано получение максимально обученных весов на текущий момент времени для выбранной модели обучения в целях использования совместно с репозиторием моделей машинного обучения.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Рассмотренная в статье СУБД InfluxDB не является единственным решением, использование которого необходимо и достаточно для функционирования репозитория нейросетевых моделей: для построения систем данного класса целесообразно применение мультимодельного подхода к организации хранилища. Одновременно с этим база данных временных рядов позволяет вести временную статистику обучения, отслеживать прогресс и сохранять обученные веса в процессе прохождения каждой эпохи. При правильной оптимизации сохранений в базу данных мы сможем отслеживать статистику обучения нейронной сети и возвращаться к удачным шагам, вручную меняя конфигурацию сети, и продолжать более корректное ее обучение. Использование данного подхода позволяет максимально упростить работу в высоконагруженных сетях.

2. Для обеспечения целостности хранимых данных необходимо использование журнала упреждающей записи (WAL) – файла, в который записывается каждый пакет во время работы системы. Однако для реализации быстрых и поточных запросов к InfluxDB целесообразно применение системы кеширования, которая заносит в оперативную память сервера структурированные данные, оптимизированные для быстрого извлечения данных. Наконец, решением проблемы переноса данных в постоянную память выступает использование столбчатых методов с применением формата TSM, основанного на построении логарифмически структурированных деревьев слияний.

3. Для решения задачи развертывания прикладного программного API-интерфейса для получения данных о конкретной нейронной сети в целях использования ее в дальнейших вычислениях предложено применять парадигму GraphQL, позволяющую создать не простое соединение клинт-сервера, а группу микросервисов. Микросервисная архитектура – это набор небольших сервисов, слабо связанных между собой. Это позволяет обеспечить большую масштабируемость, более точную настройку под запросы пользователей и снизить нагрузку на глобальные узлы нашей системы.

4. При организации микросервисной архитектуры появляется возможность создать собственную базу данных под каждую модель нейронной сети, тем самым снизив нагрузку на одну отдельно взятую базу данных, исключив риск падения всей системы в случае неполадки определенной модели, и правильно распределить поток юзеров между базами данных. GraphQL способен организовать бесперебойный доступ к существующим сервисам. Удобство применения данной технологии состоит в том, что после настройки GraphQL весь набор микросервисов выступает как единое целое, GraphQL полностью сам регулирует поток пользователей и вызывает запросы к определенной базе данных на основании параметров запроса. Тем самым мы получаем полностью автоматизированную систему, не требующую от разработчиков написания дополнительных интерфейсов при взаимодействии между микросервисами и интерфейсным приложением.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (грант № МК-199.2021.1.6).

Список литературы

1. Ямашкин С.А., Ямашкин А.А., Занозин В.В. Формирование репозитория глубоких нейронных сетей в системе цифровой инфраструктуры пространственных данных // Потенциал интеллектуально одарённой молодежи – развитию науки и образования: материалы IX Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. 2020. С. 370–375.

2. Скворцов М.А., Большакова М.В., Ямашкин С.А., Ямашкин А.А. Сравнительный анализ подходов к управлению базами данных для организации хранилища репозитория нейросетевых моделей // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 6 (1). С. 108–113.

3. Федюшкин Н.А., Ямашкин С.А. Исследование репозиториев моделей нейронных сетей // Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 3. С. 28–30.

4. Клеменков П.А., Кузнецов С.Д. Большие данные: современные подходы к хранению и обработке // Труды Института системного программирования РАН. 2012. Т. 23.

5. Сизов И.А. Big Data-большие данные в бизнесе // Экономика. Бизнес. Информатика. 2016. Т. 2. № 3. С. 8–23.

6. Гордиенко Е.П., Паненко Н.С. Современные технологии обработки и анализа больших данных в научных исследованиях // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. 2018. С. 44–48.

7. Halpin T. Object-role modeling (ORM/NIAM). Handbook on architectures of information systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 1998. P. 81–103.

8. Miller J.J. Graph database applications and concepts with Neo4j. Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference, Atlanta, GA, USA. 2013. P. 141–147.

СТАТЬИ

УДК 377.5

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРОСА БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТУРИЗМУ СРЕДНЕГО ЗВЕНА ПО ВОПРОСАМ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ К ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аносова Н.О.

Крымский филиал Краснодарского университета МВД России, Симферополь, e-mail: 1992averast@mail.ru

В статье представлены результаты анализа анкет 240 обучающихся по специальности 43.02.10 «Туризм» Таврического колледжа и Экономико-гуманитарного колледжа (Республика Крым). Актуальность проведенного опроса обусловлена появлением новых требований к профессиональным качествам и личностным характеристикам специалистов по туризму. Для проведения опроса нами была разработана анкета для студентов, позволяющая оценить отношение обучающихся к различным аспектам процесса формирования готовности к здоровьесберегающей деятельности у обучающегося колледжа по специальности «Туризм». Полученные в результате опроса данные дали возможность провести всестороннюю оценку отношения субъектов учебно-воспитательного процесса к исследуемой проблеме. Было установлено, что преобладающее большинство обучающихся считают, что владение основами здоровьесберегающей деятельности будет полезным при трудоустройстве по специальности, однако не знают правила оказания первой медицинской и допсихологической помощи, способы оценки физического состояния потребителей туристских услуг, основные приемы самообороны, принципы разработки и содержания досуговых программ оздоровительной направленности. Отмечаются также низкие показатели сформированности умений и навыков в области здоровьесберегающей деятельности, необходимых для выполнения трудовых функций с учетом требований современного рынка труда.

Ключевые слова: здоровьесберегающая деятельность, формирование, готовность, опрос, специалист по туризму, колледж

EVALUATION OF FUTURE TOURISM SPECIALISTS SURVEY RESULTS ON THE ISSUES OF THEIR READINESS TO HEALTH PROTECTING ACTIVITY

Anosova N.O.

The Crimean branch of Krasnodar University of the MIA of Russia, Simferopol, e-mail: 1992averast@mail.ru

The paper analyses the results of the survey of 240 students (educational direction 43.02.10 «Tourism») of Tavrichesky College and College of Economics and Humanities (Republic of Crimea). The relevance of the survey is due to the emergence of new requirements to professional qualities and personal characteristics of tourism specialists. To conduct the survey, we have developed a questionnaire allowing to assess the students' attitude to various aspects of the formation of health protecting activity readiness. The survey results allowed us to conduct a comprehensive assessment of the educational process subjects' attitude to the problem under study. It was found that most students believe that knowledge of the basics of health protecting activities will be useful for employment, however, they do not know the basics of providing first aid and pre-psychological assistance, neither do they know the methods of assessing tourist services consumers' physical condition, basic techniques of self-defense, or principles of the development and content of recreational programs. The survey shows low indicators in terms of the formation of skills and abilities in the field of health protecting necessary for labor functions performance in regard to the requirements of the modern labor market.

Keywords: health-protecting activity, formation, readiness, survey, tourism specialist, college

Диверсификация туристских услуг обусловливает появление новых требований к профессиональным качествам и личностным характеристикам специалистов по туризму (С.В. Граф [1], А.И. Зорин [2], Н.П. Канина [3], К.М. Керими [4], Л.И. Скабеева [5] и др.), как следствие – актуализируется потребность в принципиально новых, учитывающих такие требования моделях формирования готовности к профессиональной деятельности в туризме. Пандемия коронавируса привела к значительным изменениям данного сектора экономики, изменению места и роли внутреннего туризма в социальной и экономической жизни страны.

В последние годы особое внимание уделяется видам туризма, ассоциированным с активной рекреацией (В.И. Жолдак, В.А. Квартальнов и др.), здоровьем (А.М. Вететнев, В.М. Ефимова), физической реабилитацией и использованием лечебных и курортологических природных ресурсов (А.М. Вететнев, С.А. Ефимов и др.). Очевидным становится и тот факт, что в силу широкого спектра причин повышается запрос на туристские услуги и продукты, направленные на укрепление и сохранение здоровья. В связи с этим возросла потребность в формировании у будущих специалистов по туризму компетенций, позволяющих разрабатывать, планировать,

организовывать и осуществлять туристские программы оздоровительной направленности, активного и экстремального отдыха. Владение навыками здоровьесберегающей деятельности повышает конкурентоспособность специалиста на рынке труда, способствует качественному и безопасному предоставлению туристских услуг.

Разработка модели и обоснование педагогических условий процесса формирования готовности к здоровьесберегающей деятельности у будущих специалистов по туризму в колледже потребовали всесторонней оценки отношения субъектов учебно-воспитательного процесса к исследуемой проблеме.

Материалы и методы исследования

Практические аспекты моделирования и отбора наиболее эффективных педагогических условий процесса формирования готовности к здоровьесберегающей деятельности изучались в процессе анкетирования, педагогического наблюдения, бесед, тестирования студентов, опроса преподавателей и студентов. В данной работе представим результаты опроса студентов двух колледжей Республики Крым.

Для проведения опроса была разработана анкета для студентов, позволяющая оценить отношение обучающихся колледжей к различным аспектам процесса формирования готовности к здоровьесберегающей деятельности (ЗСД) у обучающегося колледжа по специальности «Туризм». Ниже представлены результаты анализа анкет 240 обучающихся по специальности 43.02.10 «Туризм» Таврического колледжа и Экономико-гуманитарного колледжа.

Среди опрошенных считают необходимым формировать готовность к здоровьесберегающей деятельности 86% студентов, не считают необходимым – 7%, затрудняются ответить – 7%. Значительная доля согласных с необходимостью формировать готовность к здоровьесберегающей деятельности у будущих специалистов по туризму свидетельствует о понимании актуальности сохранения и укрепления здоровья субъектов профессиональной деятельности в туризме; о потребности обучающихся в качественной подготовке к данной деятельности; о наличии интереса к данному виду деятельности.

Разделяют точку зрения о том, что здоровьесберегающая деятельность специалиста по туризму – это система профессиональных действий, целью которых является сохранение и укрепление здоровья потребителей туристских услуг на основе выбора и реализации здоровьеориентированного туристского продукта, 45% опрошенных, частично разделяют 60% студентов, не разделяют 8%, затруднились ответить 7% студентов.

Считают, что полностью владеют знаниями для осуществления здоровьесберегающей деятельности в профессиональной сфере, всего 16% студентов, владеют, но недостаточно – 75%, не владеют – 19%, затруднились ответить 10% студентов.

Таким образом, только 16% студентов отмечают, что владеют знаниями для осуществления ЗСД в профессиональной сфере. Данные показатели позволяют утверждать, что при подготовке обучающихся колледжа не в полной мере используются системные знания в области ЗСД для реализации профессиональных задач.

Однако, если сравнить результаты опроса студентов 1-го и 4-го курсов, то получим следующие результаты: считают, что полностью владеют знаниями для осуществления здоровьесберегающей деятельности в профессиональной сфере, на 1-м курсе 10% студентов, на 4-м курсе – 20%, владеют, но недостаточно, на 1-м курсе 40% студентов, на 4-м курсе – 67%, не владеют на 1-м курсе – 40% студентов, на 4-м курсе – 13%, затруднительно было ответить 10% студентов 1-го курса. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости систематизации знаний в области ЗСД.

К знаниям, необходимым для осуществления здоровьесберегающей профессиональной деятельности в области туризма, отобранным на основании анализа мнений экспертов, преподавателей специальных дисциплин колледжей, мы относим знания:

– *основных правил обеспечения безопасности туристской деятельности*: о правилах обеспечения безопасности знают 12% студентов, знают частично – 72%, не знают – 9%, затруднительно было ответить 7% студентов;

– *критериев здорового образа жизни*: знают 74% студентов, знают частично – 25%, не знают – 1% опрошенных студентов;

– *о содержании и формах занятий физическими упражнениями оздоровительной направленности*: знают 40% студентов, знают частично – 47%, не знают – 8% опрошенных, затруднительно было ответить 5% студентов;

– *о способах оценки физического состояния потребителей туристских услуг*: знают 34% студентов, знают частично – 40%, не знают – 21% опрошенных, затруднительно было ответить 5% студентов;

– *правил оказания первой медицинской и допсихологической помощи*: знают 33% студентов, знают частично – 48%, не знают – 16% опрошенных, затруднительно было ответить 3% студентов;

– *основных приемов самообороны, которые можно применять в нестандарт-*

ных ситуациях: знают 27% студентов, знают частично – 44%, не знают – 25% опрошенных, затруднительно было ответить 4% студентов;

– *принципов разработки и содержания досуговых программ оздоровительной направленности*: знают 27% студентов, знают частично – 44%, не знают – 23% опрошенных, затруднительно было ответить 4% студентов;

– *основных ресурсов региона для реализации туристских услуг лечебного и оздоровительного характера*: знают 44% студентов, знают частично – 34%, не знают – 18% опрошенных, затруднительно было ответить 4% студентов.

Таким образом, в ходе анализа ответов участников констатирующего эксперимента на вопросы, отобранные на основании анализа мнений экспертов, преподавателей специальных дисциплин колледжей и представленные в анкете с целью определения уровня знаний, необходимых для осуществления здоровьесберегающей профессиональной деятельности в области туризма, получены следующие результаты: 36% студентов считают, что полностью владеют знаниями по вопросам, заявленным в анкете; 45% владеют знаниями частично; по мнению 15% опрошенных, указанные знания у них не сформированы; затруднялись ответить 4% студентов.

Представленные выше данные свидетельствуют, что лучше всего студенты знают критерии здорового образа жизни: полностью владеют знаниями 74% обучающихся. В подтверждение данного тезиса отметим незначительную долю респондентов, не владеющих знаниями о содержании и формах занятий физическими упражнениями оздоровительной направленности, – всего 8%. На наш взгляд, проблемой является тот факт, что знают правила оказания первой медицинской и допсихологической помощи всего 33% обучающихся. Необходимо отметить, что это достаточно низкий показатель, и отсутствие должным образом сформированных навыков создает риски для здоровья и безопасности потребителей туристского продукта. Наблюдается достаточно высокий процент тех, кто не знает о способах оценки физического состояния потребителей туристских услуг (21%), основных приемов самообороны, которые можно применять в нестандартных ситуациях (25%), принципов разработки и содержания досуговых программ оздоровительной направленности (23%). Полученные данные свидетельствуют о необходимости систематизации знаний в области ЗСД с учетом профессиональных и региональных особенностей.

Для определения уровня технологического компонента готовности к ЗСД в профессиональной сфере нами были разработаны вопросы, благодаря ответам на которые можно определить долю студентов, считающих, что владеют умениями в области ЗСД. Так, к умениям, необходимым для осуществления здоровьесберегающей профессиональной деятельности в области туризма, отобранным на основании анализа мнений экспертов, преподавателей специальных дисциплин колледжей, мы относим умения:

– *составлять комплексы физических упражнений оздоровительной направленности с учетом основных принципов построения физической тренировки и запросов клиента*: умеют – 27%; умеют, но недостаточно – 41%; не умеют – 27%; затруднительно было ответить 5% респондентов;

– *оценивать физическое состояние потребителей туристских услуг*: умеют – 24%; умеют, но недостаточно – 44%; не умеют – 24%; затруднительно было ответить 8% респондентов;

– *оказывать медицинскую и допсихологическую помощь*: умеют – 26%; умеют, но недостаточно – 47%; не умеют – 23%; затруднительно было ответить 4% респондентов;

– *разрабатывать досуговые программы оздоровительной направленности*: умеют – 27%; умеют, но недостаточно – 37%; не умеют – 28%; затруднительно было ответить 8% респондентов.

Таким образом, в ходе анализа ответов участников констатирующего эксперимента на вопросы, характеризующие компонентный состав готовности к ЗСД и представленные в анкете с целью определения уровня умений, необходимых для осуществления здоровьесберегающей профессиональной деятельности в области туризма, получены следующие результаты: 24% студентов считают, что полностью владеют умениями по вопросам, заявленным в анкете; 42% владеют умениями частично; по мнению 26% опрошенных, указанные умения у них не сформированы; затруднительно было ответить 8% студентов.

Обучающимся предлагались вопросы относительно того, способны ли они применить знания и умения в процессе трудовой деятельности. Представим полученные результаты ответов относительно того, насколько студенты способны:

– *организовать применение физических упражнений оздоровительной направленности с учетом основных принципов построения физической тренировки и запросов клиента*: способны – 23%, способны частично – 43%, не способны – 24%, затруднительно было ответить 10% респондентов;

– *провести оценку физического состояния потребителей туристских услуг*: способны – 31%, способны частично – 43%, не способны – 18%, затруднительно было ответить 8% респондентов;

– *применить приемы самообороны в случае необходимости*: способны – 36%, способны частично – 36%, не способны – 21%, затруднительно было ответить 7% респондентов;

– *разработать и реализовать досуговую программу оздоровительной направленности*: способны – 31%, способны частично – 41%, не способны – 22%, затруднительно было ответить 6% респондентов;

– *к практическим действиям по укреплению и сохранению собственного здоровья и здоровья потребителей туристских услуг*: способны – 42%, способны частично – 38%, не способны – 16%, затруднительно было ответить 4% респондентов;

– *к продвижению ресурсов региона лечебного и оздоровительного характера в качестве туристского продукта*: способны – 32%, способны частично – 32%, не способны – 26%, затруднительно было ответить 10% респондентов.

На вопрос: «Владеете ли Вы навыками обеспечения безопасности потребителей туристской услуги?» 27% респондентов ответили, что владеют, 43% – владеют частично, 23% – не владеют такими навыками, затруднительно было ответить 7% студентов. Полученные ответы свидетельствуют о том, что большинство студентов не готовы к предоставлению безопасных туристских услуг.

Таким образом, анализ ответов участников констатирующего эксперимента на вопросы, представленные в анкете с целью определения способности респондентов применить знания и умения в процессе трудовой деятельности, показал следующие результаты: способны – 32% студентов, способны частично – 39%, не способны – 21%, затруднительно было ответить 8% студентов.

Для выявления потребности обучающихся в учебно-методической литературе по вопросам ЗСД соответствующий вопрос был включен в опросник. Результаты ответов относительно того, насколько студенты нуждаются в учебной литературе по проблемам здоровьесберегающей деятельности в туризме, показали, что нуждаются 32% опрошенных, нуждаются частично – 26%, не нуждаются – 31%, затруднительно было ответить 11% респондентов. В то же время считают, что владение основами здоровьесберегающей деятельности будет полезным при трудоустройстве по специальности, 71% опрошенных, не будет полезным – 16%, затруднительно было ответить 13% студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью обеспечения наглядности результаты анкетного опроса студентов на констатирующем этапе эксперимента были сгруппированы и представлены в таблице.

Результаты опроса студентов на констатирующем этапе эксперимента

	Знают (%)	Умеют (%)	Владеют (%)
Полностью	36	30	32
Частично	45	37	39
Отрицательный ответ	15	25	21
Затруднительно ответить	4	8	8

Заключение

Таким образом, в результате анализа ответов 240 обучающихся по специальности 43.02.10 «Туризм» Таврического колледжа и Экономико-гуманитарного колледжа на вопросы, отобранные на основании анализа мнений экспертов, преподавателей специальных дисциплин колледжей, было установлено, что преобладающее большинство обучающихся считают, что владение основами здоровьесберегающей деятельности будет полезным при трудоустройстве по специальности, однако они не знают правил оказания первой медицинской и допсихологической помощи, способов оценки физического состояния потребителей туристских услуг, основных приемов самообороны, принципов разработки и содержания досуговых программ оздоровительной направленности. Отмечаются также низкие показатели с точки зрения сформированности умений и навыков в области здоровьесберегающей деятельности, необходимых для выполнения трудовых функций с учетом требований современного рынка труда.

Список литературы

1. Граф С.В. Формирование специальных компетентностей в обучении менеджменту туризма на основе контекстного подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2013. 24 с.

2. Зорин А.И. Дидактико-квалификационный комплекс профессионального туристского образования: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2012. 35 с.

3. Канина Н.П. Формирование практико-ориентированных компетенций студентов в процессе туристского образования: дис. ... канд. пед. наук. Кемерово, 2016. 181 с.

4. Керими К.М. Профессиональная карьера специалиста в сфере российского туризма: автореф. дис. ... канд. социол. наук. Саратов, 2015. 19 с.

5. Скабеева Л.И. Подготовка специалистов в области комплексного использования средств информационных и коммуникационных технологий в туроператорской деятельности: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2011. 22 с.

УДК 371.321.5:372.893:372.854

ИНТЕГРАЦИЯ МЕЖДУ ХИМИЕЙ И ИСТОРИЕЙ КАК ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ НЕТИПИЧНЫХ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ

Бурганова И.Н., Фарус О.А.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: burganovain@yandex.ru

Целью проведенного исследования является определение возможности реализации межпредметных связей в рамках междисциплинарной интеграции между школьными дисциплинами естественно-научного и гуманитарного циклов на примере химии и истории. В статье актуализируется понятие «межпредметные связи» в рамках проведенного контент-анализа. Авторами выявляются проблемные моменты в реализации междисциплинарной интеграции между мало связанными дисциплинами – историей и химией, проводится теоретический обзор научных публикаций по данной теме. Перспективность исследования определяется недостаточным развитием методических основ по реализации междисциплинарных связей между курсами, относящимися к естественно-научному и гуманитарному циклам. В качестве эффективного способа реализации междисциплинарных связей между слабо связанными дисциплинами были выбраны бинарные уроки. Описываются результаты исследования по определению динамики изменения уровня интереса обучающихся к предметам «Химия» и «История» после проведения ряда бинарных уроков. По результатам исследования сделан вывод, что реализация междисциплинарных связей приводит к изменению вида познавательного интереса с ситуативного на повышенный относительно как истории, так и химии. Материалы исследования имеют практическую ценность для широкого круга исследователей в области междисциплинарной интеграции, а также для учителей-предметников.

Ключевые слова: межпредметные связи, междисциплинарная интеграция, химия, история, интерес к предмету, бинарные уроки

INTEGRATION BETWEEN CHEMISTRY AND HISTORY AS AN EXAMPLE OF IMPLEMENTATION OF ATYPICAL INTERSUBJECT RELATIONS

Burganova I.N., Farus O.A.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: burganovain@yandex.ru

The purpose of the study is to determine the possibility of implementing interdisciplinary connections within the framework of interdisciplinary integration between school disciplines of natural science and humanities cycles on the example of chemistry and history. The article actualizes the concept of «intersubject relations», within the framework of the content analysis. The article identifies problematic moments in the implementation of interdisciplinary integration between poorly related disciplines-history and chemistry, conducts a theoretical review of scientific publications on this topic. The prospects of the research are determined by the insufficient development of methodological foundations for the implementation of interdisciplinary links between courses related to the natural science and humanitarian cycles. Binary lessons were chosen as an effective way to implement interdisciplinary connections between loosely related disciplines. The article describes the results of a study to determine the dynamics of changes in the level of interest of students in the subjects of chemistry and history after conducting a number of binary lessons. According to the results of the study, it is concluded that the implementation of interdisciplinary connections leads to a change in the type of interest from situational to increased cognitive interest, both in history and chemistry. The research materials are of practical value for a wide range of researchers in the field of interdisciplinary integration, as well as for subject teachers.

Keywords: interdisciplinary connections, interdisciplinary integration, chemistry, history, interest in the subject, binary lessons

Школьный курс направлен на всестороннее гармоничное развитие личности и включает в себя знания из разных сфер гуманитарных, естественно-научных и физико-математических наук. Изучение такого многообразия предметов не может осуществляться без их взаимосвязи друг с другом. Если рассматривать современные тенденции научного мира, то мы обнаружим, что большинство научных открытий в наше время осуществляются на стыке наук [1]. Но эти связи прослеживаются не только в серьезных научных исследованиях, но и в школьном курсе. Изучение предметов без взаимосвязи друг с другом является невозможным и бессмысленным. Именно использование междисциплинарной интеграции помогает ученикам осознать важность знания всех предметов и обеспечивать понимание связи дисциплин друг с другом [2].

Межпредметные связи помогают решить также вопрос повышения эффективности и результативности обучения [3]. В результате постоянного обращения и подчеркивания связи знаний из разных областей у учеников формируется более полная картина мира. При этом предметные связи могут иметь разные уровни: от предметов внутри одного цикла (например, естественно-научного) до предметов разных циклов [4].

Цель исследования: рассмотрение междисциплинарной интеграции в рамках

школьных курсов химии и истории; оценка влияния данной интеграции на повышение уровня интереса обучающихся к рассматриваемым предметам.

Материалы и методы исследования

В ходе реализации исследования используются как теоретические методы (анализ психолого-педагогической, методической и научной литературы по проблеме исследования, моделирование), так и экспериментальные методы (контент-анализ, наблюдение за ходом учебного процесса, анкетирование, построение диаграмм, графиков, гистограмм).

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время в научной и методической литературе существует множество определений межпредметных связей. В рамках проводимого исследования нами был осуществлен контент-анализ понятия «межпредметные связи» [5, 6]. Для этого нами были выбраны 15 определений понятия «межпредметные связи» из различных источников.

Анализ выбранных определений позволил выявить основные элементы понятия «межпредметные связи». При всей разности источников и используемых формулировок достаточно явно выделяется повторяемость основных структурных элементов данного понятия [7–9].

Рейтинг наиболее часто встречающихся основных элементов понятия «межпредметные связи» выглядит следующим образом:

– дидактическое условие повышения эффективности процесса обучения – 7;

– отражение в содержании учебных дисциплин взаимосвязей, которые действуют в природе, – 4;

– комплексный подход к воспитанию и обучению – 3;

– закономерность при проведении, определении содержания, форм, методов и приемов обучения – 3.

Данные, полученные в результате контент-анализа понятия «межпредметные связи», показывают, что в целом авторы комплексно подходят к определению набора основных элементов этого понятия.

Существенные характеристики, выявленные в результате анализа различных трактовок понятия «межпредметные связи», позволяют сформулировать следующее определение понятия *межпредметные связи — это дидактическое условие, способствующее повышению эффективности процессов усвоения знаний, умений и навыков; отражающее взаимосвязи, которые действуют в природе.*

В нашем исследовании мы уделяем более детальное внимание межпредметным взаимосвязям курсов химии и истории (вариант междисциплинарной интеграции). Данный вид связей на практике реализовывать достаточно сложно. Это вызвано несколькими причинами:

– принадлежностью истории и химии к различным циклам дисциплин [10];

– необходимостью глубокого знания содержания курсов химии и истории;

– неочевидностью точек соприкосновения между рассматриваемыми дисциплинами.

При этом необходимо помнить, что в основе химии, как и всех естественно-научных дисциплины, лежат основные законы философии. Все это определяет ее гуманитарный потенциал.

Использование данного вида интеграции способствует созданию единой системы взаимосвязанных знаний, осознанию обучающимися общих закономерностей различных наук, а также формированию целостной системы мировоззрения с практико-ориентированным уклоном [11, 12].

Следовательно, реализацию данного вида междисциплинарной интеграции можно осуществить при тесном сотрудничестве преподавателей-предметников; особенно интересно использование бинарных уроков [13].

Бинарный урок – это одна из форм реализации технологии бинарного обучения. Как и любая другая технология, он требует особого подхода к методическим особенностям реализации [14]. Поэтому в рамках проводимого исследования нами была разработаны методические рекомендации по подготовке бинарных уроков по химии и истории.

Начальный этап должен обязательно включать в себя планирование. На данном этапе необходимо провести подробный анализ программ по химии и истории и выявить темы, в рамках которых могут быть реализованы межпредметные связи. Процесс конструирования содержания урока связан с определением оснований интеграции. На данном этапе необходимо ответить на вопрос: на базе каких знаний будет осуществляться интеграция?

Имеющийся опыт показывает, что наибольшую перспективу для реализации такого вида связи в истории имеют темы, связанные с войнами, так как в рамках данных тем можно рассмотреть как вклад отдельных ученых-химиков в победу, так и общий вклад химии как науки. С точки зрения химии наиболее перспективными являются темы, связанные с химией элементов, так как при изучении любой группы элементов

рассматривается вопрос по практическому применению их производных, именно на данном этапе можно широко включать исторические данные.

Второй этап должен предусматривать выбор типа урока. Практический опыт показывает, что для бинарных уроков по химии и истории лучше всего использовать обобщающие уроки. Данный вид занятий позволяет использовать новые формы работы и активно вовлекать обучающихся в процесс изучения материала.

На третьем этапе необходимо определить состав и содержание урока. Согласно имеющемуся опыту наибольшую перспективу имеют проблемные уроки. В рамках данного этапа каждый учитель осуществляет подбор материала, предлагает варианты, формы и методы работы. Затем необходимо объединить выдвинутые идеи, выбрать те из них, которые позволят создать целостную картину урока. На данном этапе устанавливаются роли учителей, а также очень важно определить и отрепетировать переходы от монолога одного учителя к монологу другого. Очень важно при подготовке бинарных уроков проводить репетиции с отслеживанием хронометража, но импровизацию исключать нельзя.

В качестве ключевых тем для реализации междисциплинарной интеграции нами были выбраны по четыре темы из курса химии и истории (рис. 1). Реализация бинарных уроков осуществлялась в рамках школьных дисциплин в 8-х и 9-х классах.

Данные темы позволяют рассмотреть вклад ученых-химиков в наиболее значимые для нашей страны победы, а также проанализировать влияние технического прогресса на развитие искусства.

Сравнительный анализ результатов усвоения системы знаний в контрольном и экспериментальном классе по рассматриваемым темам позволил сделать следующие выводы.

– Систематическое использование междисциплинарных связей между курсами химии и истории приводит к формированию допустимого и повышенного уровня усвоения системы знаний в экспериментальном классе.

– По результатам проведенного исследования в экспериментальном классе наблюдалось либо полное отсутствие обучающихся с неудовлетворительным уровнем усвоения системы знаний, либо данный уровень был характерен только для одного обучающегося, что ниже, чем в контрольном классе.

На констатирующем этапе исследования была проведена вводная диагностика, которая позволила выявить начальный уровень познавательного интереса к химии и истории.

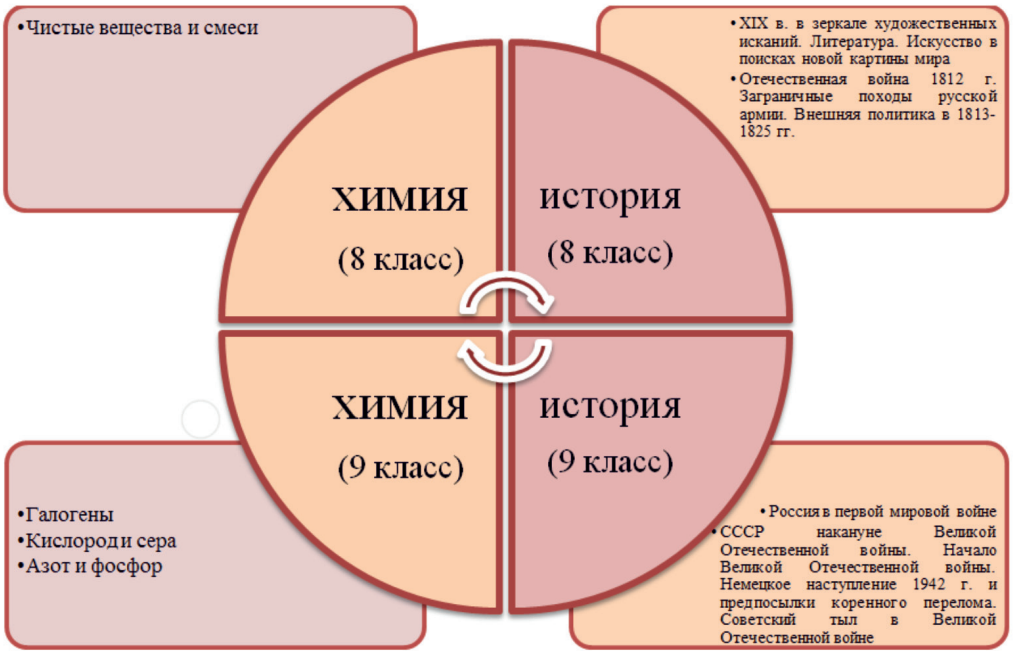


Рис. 1. Темы школьного курса, в рамках которых была реализована междисциплинарная интеграция между химией и историей

Таблица 1

Результаты анкетирования по выявлению отношения обучающихся к рассматриваемым предметам на констатирующем этапе (часть 1)

Отношение к предмету		*КК*		*ЭК*	
		Химия	История	Химия	История
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
А	1. На уроке бывает интересно	+	+	++	+
	2. Нравится учитель	+	+	+	+
	3. Нравится получать хорошие отметки	++	+	++	++
Б	4. Родители заставляют учиться	+++++	++++++	+++	++++
	5. Учусь, так как это мой долг	++	+	+	+
	6. Предмет полезен для жизни	+	+	+	+
В	7. Узнаю много нового	++	+	+	++
	8. Заставляет думать	+	-	+	+
	9. Получаю удовольствие, работая на уроке	+	+	+	+
Г	10. Легко дается	–	–	–	+
	11. С нетерпением жду урока	+	+	+	+
	12. Стремлюсь узнать больше, чем требует учитель	+	++	++	++

Таблица 2

Результаты анкетирования по выявлению отношения обучающихся к рассматриваемым предметам на констатирующем этапе (часть 2)

Отношение к предмету		*КК*		*ЭК*	
		Химия	История	Химия	История
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
А	1. Проявляю интерес к отдельным фактам	++	++	++	++
Б	2. Стараюсь добросовестно выполнять программу	–	–	–	–
В	3. Получаю интеллектуальное удовольствие от решения задач	–	–	–	–
	4. Проявляю интерес к обобщениям и законам	–	–	–	–
Г	5. Мне интересны не только знания, но и способы их добывания	–	–	+	–
	6. Испытываю интерес к самообразованию	–	–	–	–

Для проведения педагогического исследования были взяты обучающиеся 8-х классов, 8А класса – контрольный класс (КК) в количестве 28 человек и 8Б класс – экспериментальный класс (ЭК) (26 человек). В контрольном классе проводились занятия с традиционным подходом, а в экспериментальном применялись занятия с прослеживанием межпредметных связей. Для выявления уровня сформированности интереса к рассматриваемым предметам среди обучающихся двух классов проводилось анкетирование, которое позволило выявить отношение к рассматриваемым предметам. Нами использовалась анкета «Как вы относитесь к учебе по отдельным предметам?», которая состоит из двух частей [6]. В предложенной анкете обучающиеся должны проставить плюсы, которые соответствуют выбранным показателям. При обработке результатов анкетирования ответы объединяются в соответствующие группы, по которым и определяется вид интереса:

А – ситуативный интерес;

Б – учение по необходимости;

В – интерес к предмету;

Г – повышенный познавательный интерес.

Полученные результаты были объединены в итоговых табл. 1 и 2.

Интерпретация полученных экспериментальных данных позволила построить диаграмму по распределению видов интереса среди обучающихся на констатирующем этапе эксперимента (рис. 2).

По результатам проведенной диагностики было выявлено, что на констатирующем этапе большинство обучающихся в контрольном и экспериментальном классах учат химию и историю по необходимости или проявляют к данным предметам ситуативный интерес. Более того, большинство

школьников не считают рассматриваемые предметы легкими, а также не проявляют интереса к самообразованию и им не интересны способы получения знаний по рассматриваемым предметам.

На контрольном этапе исследования обучающимся была повторно предложена анкета по выявлению интереса к предметам. Полученные результаты отражены в итоговых табл. 3 и 4.

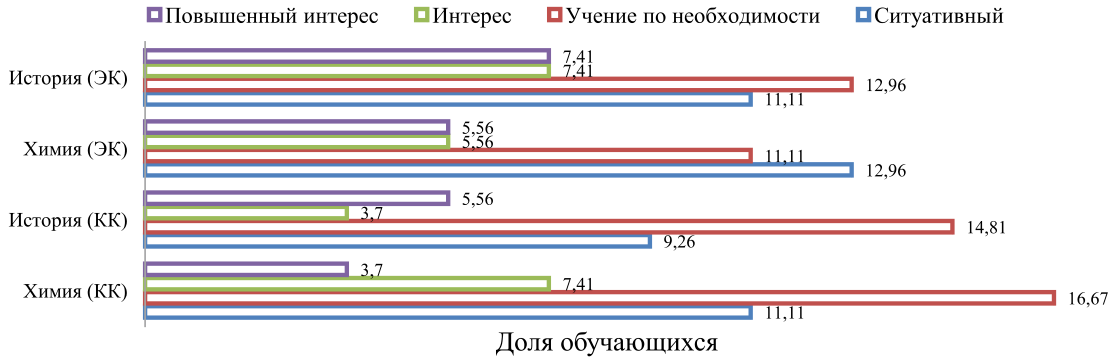


Рис. 2. Сравнительный анализ групп интересов обучающихся в экспериментальном (ЭК) и контрольном (КК) классах на констатирующем этапе эксперимента

Таблица 3

Результаты анкетирования по выявлению отношения обучающихся к рассматриваемым предметам на контрольном этапе (часть 1)

Отношение к предмету		КК		ЭК	
		Химия	История	Химия	История
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
А	1. На уроке бывает интересно	+	+	+++	+++
	2. Нравится учитель	+	+	++	++
	3. Нравится получать хорошие отметки	++	+	++	++
Б	4. Родители заставляют учиться	+++++	++++++	–	–
	5. Учусь, так как это мой долг	++	++	–	–
	6. Предмет полезен для жизни	+	+	++	++
В	7. Узнаю много нового	++	+	+++	++++
	8. Заставляет думать	+	+	++	++
	9. Получаю удовольствие, работая на уроке	+	+	++	+
Г	10. Легко дается	–	–	++	+
	11. С нетерпением жду урока	+	+	+	+
	12. Стремлюсь узнать больше, чем требует учитель	+	++	+++++	++++

Таблица 4

Результаты анкетирования по выявлению отношения обучающихся к рассматриваемым предметам на контрольном этапе (часть 2)

Отношение к предмету		КК		ЭК	
		Химия	История	Химия	История
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
А	1. Проявляю интерес к отдельным фактам	++++	+++	++	++
Б	2. Стараюсь добросовестно выполнять программу	–	–	–	–
В	3. Получаю интеллектуальное удовольствие от решения задач	–	+	+++	++
	4. Проявляю интерес к обобщениям и законам	–	–	+++	++
Г	5. Мне интересны не только знания, но и способы их добывания	+	–	+	+
	6. Испытываю интерес к самообразованию	–	–	+	+

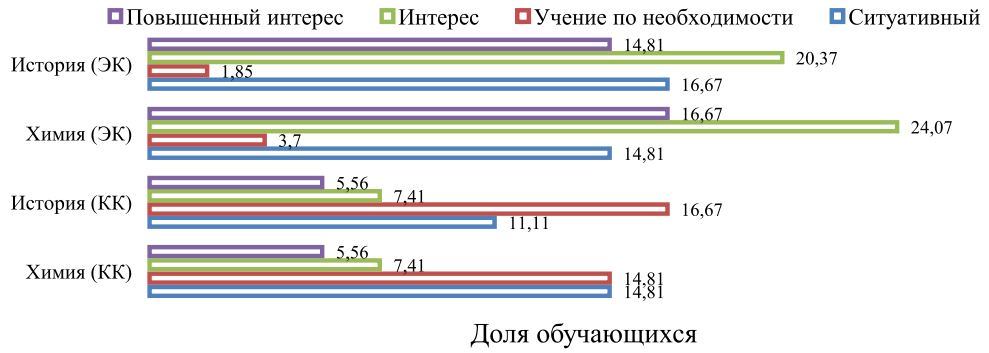


Рис. 3. Сравнительный анализ групп интересов обучающихся в экспериментальном (ЭК) и контрольном (КК) классах на контрольном этапе эксперимента

На рис. 3 представлена доля обучающихся по различным видам интереса на контрольном этапе исследования.

По результатам проведенной диагностики на контрольном этапе было выявлено, что у обучающихся в контрольном классе интерес к предметам существенно не изменился и большинство обучающихся учат химию и историю по необходимости или проявляют к данным предметам ситуативный интерес. При этом в экспериментальном классе большинство обучающихся проявляют как к истории, так и к химии повышенный интерес. Также очень важно отметить, что в экспериментальном классе появились обучающиеся, которые считают рассматриваемые предметы легкими, а также проявляют интерес к обобщениям и законам и получают интеллектуальное удовольствие от выполнения заданий по индивидуальным карточкам, требующим решения междисциплинарных проблем.

Заключение

В XXI веке произошли изменения в характере образования, которое все сильнее ориентируется на свободное развитие личности, творческую инициативность, самостоятельность, конкурентоспособность и мобильность обучающихся. Согласно современным требованиям ФГОС, обучающийся должен уметь не просто воспроизводить информацию, но и заниматься самообразованием [15]. Выполнить данные условия можно только в случае интеграции образования. Основным признаком данного образовательного процесса является наличие широкого спектра разнообразных междисциплинарных связей.

По результатам проведенной диагностики было выявлено, что регулярное применение междисциплинарных связей приводит к увеличению интереса обучающихся как к химии, так и истории, при этом обучающиеся начинают более осознанно относиться к предметам.

Список литературы

1. Потапцев И.С., Бушуева В.В., Бушуев Н.Н. Анализ основных факторов, определяющих появление открытий и изобретений в науке и технике // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 4. С. 442–459.

2. Шестакова Л.А. Междисциплинарная интеграция как методологическая основа современного образовательного процесса // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. 2013. № 1 (2). С. 47–52.

3. Липина Г.А., Фадеев Ю.А. О роли межпредметных связей в повышении эффективности учебного процесса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 6(94). С. 180–183.

4. Burganova I.N., Farus O.A. Theory and practice of Russian higher education within the Bologna process. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS, Groznyi, 14–15 июня 2019 года. Groznyi: Future Academy, 2019. P. 522–529. DOI: 10.15405/epsbs.2019.12.04.71.

5. Решетникова И.С. Методические аспекты учета межпредметных связей в образовательном процессе // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т. 10. № 3. С. 45–53.

6. Алиева М.Е. Межпредметные связи как один из принципов современных образовательных процессов // Вестник науки и образования. 2020. № 11–2 (89). С. 65–69.

7. Деркач М.И., Хрусталев А.Ф., Миленко Н.Н. О метапредметном подходе к решению задач // Химия в школе. 2014. № 3. С. 51–57.

8. Синяков А.П. Дидактические подходы к определению понятия «межпредметные связи» // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2009. № 113. С. 197–202.

9. Хасанов А.А., Маматкаримов К.З. Межпредметные связи как дидактическое условие повышения эффективности учебного процесса // Молодой ученый. 2016. № 20(124). С. 738–741.

10. Герасимова И.А. Философия химии: мнение эпистемолога // Эпистемология и философия науки. 2012. Т. 34. № 4. С. 130–150.

11. Пилипец Л.В., Клименко Е.В., Буслова Н.С., Пилипец Т.С. Становление готовности к исследовательской

деятельности: школа–вуз–профессия // Фундаментальные исследования. 2014. № 8–1. С. 198–202.

12. Семин Ю.Н. Квалитативная технология междисциплинарной интеграции содержания общеинженерной подготовки // Образование и наука. Известия УрО РАО. 2001. № 3(9). С. 76–90.

13. Ардашкина Т.В., Васинская Е.Б. Современные педагогические технологии: бинарные уроки // Образование. Карьера. Общество. 2012. № 4(36). С. 51–56.

14. Щедрина Н.Г. Пути реализации межпредметных связей в различных по формам учебных занятиях // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2007. Т. 19. № 45. С. 455–457.

15. Еловикова Д.А. Межпредметные связи как условие реализации ФГОС в современной школе // Актуальные проблемы педагогики и образования: сборник научных статей. Брянск: Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2016. С. 45–53.

УДК 378.14

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ИНЖЕНЕРА-ЭКОЛОГА В КОНТЕКСТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РЕФЛЕКСИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Бутина Ю.В., Кораблина М.В., Ахильгова Н.О., Бабушкина О.Н.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: marinakorablina@yahoo.com

В статье рассматривается вопрос о сути профессиональной компетентности инженеров-экологов и её составляющих. По мнению экспертов, она представляет собой совокупность набора профессиональных, общепрофессиональных, технологических, когнитивных, социальных, этических и мотивационных компетенций, позволяющих выявлять проблемы в области охраны окружающей среды и безопасности технологических процессов и находить их оптимальные решения. В то же время оценка их сформированности становится проблематичной в случае, если речь идёт о компетенциях, формирование которых предусмотрено в процессе изучения предметов преимущественно гуманитарного цикла (социальные, этические и мотивационные). Авторы считают, что в этом случае важную роль может сыграть рефлексия – анализ студентами собственных ощущений и мыслей по завершении определённого этапа обучения в вузе. В статье обоснуется роль рефлексии в процессе образовательной деятельности как основы профессионального и личностного развития обучающихся, приводятся и анализируются результаты опроса студентов Тюменского индустриального университета, будущих инженеров-экологов. Авторы приходят к выводу, что профессиональная рефлексия становится неотъемлемой частью процесса формирования компетентного выпускника вуза и важной составляющей профессионального самоопределения обучающихся, помогая не только оптимизировать образовательный процесс, повысить его эффективность, но и вносить определённые корректировки в индивидуальный образовательный путь.

Ключевые слова: профессиональная компетентность, инженер-эколог, вуз, экологический инжиниринг, профессиональная рефлексия, самоанализ

PROFESSIONAL COMPETENCE OF ECOLOGICAL ENGINEERS IN THE CONTEXT OF LEARNERS' PROFESSIONAL REFLECTION

Butina Yu.V., Korablina M.V., Akhilgova N.O., Babushkina O.N.

Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: marinakorablina@yahoo.com

The article considers the professional competence of ecological engineers and its components. In experts' opinion, it represents a set of professional, general professional, technological, cognitive, social, ethical and motivational competences which allow to detect concerns in the field of environment and technology-related safety to determine their optimal solutions. At the same time evaluation of their formation is becoming problematic in the case of such competences as social, ethical and motivational ones which are mainly formed in the learning process of humanitarian courses. The authors consider that in this instance reflection as the students' analysis of their thoughts and senses at the end of a certain learning period in higher educational institution can play a very important role. They prove reflection role in the educational activity process as basis of professional and personal learners' development. The article comments on the results of the survey conducted among students of Tyumen Industrial University, future ecological engineers. The authors draw the conclusion that professional reflection is becoming a necessary part of the process to form a competent university graduate and it is essential to learners' professional self-determination, helping not only to streamline the educational process and enhance its effectiveness but to make the appropriate adjustments to their individual educational pathway as well.

Keywords: professional competence, ecological engineer, higher educational institution, ecological engineering, professional reflection, self-examination

Сформированность профессиональной компетентности как результат освоения образовательной программы является необходимым условием успешного осуществления профессиональной деятельности. В Федеральных государственных образовательных стандартах по каждому направлению подготовки представлены требования к результатам освоения образовательной программы, а результаты освоения этой программы описываются на языке компетенций, отражающих специфику будущей профессиональной деятельности. ФГОС решает задачи, исходя из требований работодателя (определяются компетенции по видам профессиональной деятельности), требований государства (задаётся уровень квалификации по образованию), а также возможностей и потребностей личности (реальность формирования ИОТ).

Следует отметить, что в процессе реализации ФГОС нового поколения на первый план выходит требование индивидуализации образовательной траектории обучающегося (ИОТ), в связи с тем, что общество требует мобильности квалификации, и современное образование с необходимостью должно выстраиваться сообразно образовательным потребностям и возможностям каждого обучающегося. На состав формируемых в ходе обучения компетенций сегодня влияют эти

условия. В связи с этим особо актуальны вопросы о роли студентов в образовательном процессе (должны ли они быть его со-разработчиками?), о преподавательской автономии (кто должен определять дидактику и содержание образовательных курсов?), о роли технологий в образовательном процессе. В российском образовании назревает трансформация университетов, которая мыслится как естественный процесс под давлением внешней среды.

Важнейшим компонентом ИОТ является рефлексия, так как индивидуальные образовательные программы проектируются на основе рефлексии и оценки студентами своих возможностей, качеств и способностей. Рефлексия даёт возможность оценить эффективность сформированной индивидуальной образовательной траектории обучающегося, позволяя оценить его достижения и провести мониторинг универсальных учебных действий, которые являются базовым элементом умения учиться, тем, что позволяет развиваться и совершенствоваться самостоятельно на протяжении всей жизни в направлении желаемого социального опыта.

Целью данного исследования является анализ содержательного аспекта профессиональной компетентности инженеров-экологов, обсуждение и актуализация проблемы рефлексивной деятельности обучающихся вуза.

Материалы и методы исследования

Авторы обратились к работам специалистов в области науки и образования по проблемам формирования профессиональной компетентности студентов, будущих инженеров-экологов и методологии рефлексии. По ходу исследования применялись методы: рефлексии, опроса, беседы и анализа. В опросе, проведённом на базе Тюменского индустриального университета 15–16 февраля 2021 г., участвовали 87 студентов 3 курса, обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность», профилей: «Инженерная защита окружающей среды» и «Безопасность технологических процессов».

Результаты исследования и их обсуждение

В научных работах специалистов по профессиональной компетентности инженеров-экологов обнаруживаются как схожие, так и отличные подходы к формулировке дефиниции понятия. Авторы А.В. Козачек, А.С. Козачек и А.В. Краснова рассматривают профессиональную компетентность инженеров-экологов как «совокупность профессиональных компетенций, знаний, умений, навыков и профессионального опыта специалиста, эффективная реализация которых зависит от наличия у специалиста определенного набора профессиональных, психологических и физических качеств, и которые обеспечивают инженеру-экологу способность творческого и интеллектуального принятия профессиональных решений и возможность комплексного, результативного, комплексного и оптимального решения профессиональных задач по защите окружающей среды» [1, с. 176].

Согласно Э.Ф. Зееру, компетентность – это «…глубокое доскональное знание существа выполняемой работы, способов и средств достижения намеченных целей, а также наличие соответствующих умений и навыков; совокупности знаний, позволяющих судить о чем-либо со знанием дела…» [2]. В.В. Сериков и В.А. Болотов видят в компетентности «...способ существования знаний, умений, образованности, способствующий личностной самореализации, нахождению воспитанником своего места в мире...» [3, с. 12].

В сравнении с зарубежным образовательным пространством, направление «Экологический инжиниринг» является относительно новым направлением в российском образовательном пространстве. Появившаяся в 1960-х гг. концепция экологического инжиниринга как интеграции инженерии и экологии, прошла свой многолетний путь развития, сопровождавшийся уточнением дефиниций, параметров реализации, принципов классификации и т.д. (У. Митч, С. Йоргенсен, Х. Одум, С. Берген, К. Барретт, С. Димонт и др.) в специализированных научных журналах «Экологический инжиниринг» (Ecological Engineering), «Ландшафт и экологический инжиниринг» (Landscape and Ecological Engineering) и многочисленных трудах [4–6].

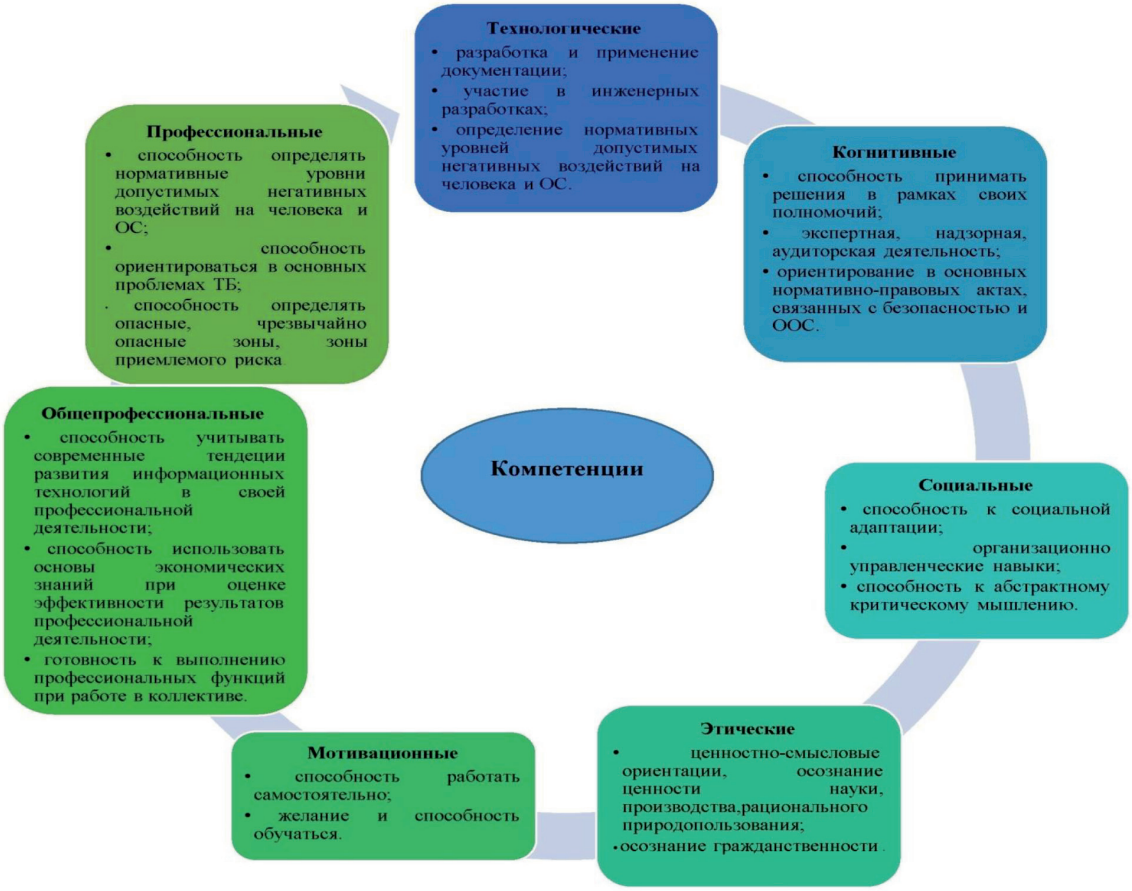
Основоположник концепции У. Митч отмечал, что в профессии инженера произошло смещение в сторону необходимости вносить существенный вклад в сохранение «зелёной» планеты, что в ретроспективе развития человечества, размышляя обо всём том, что было построено и создано человеком до настоящего времени, важно задаться вопросами: 1) продолжать ли нам в том же духе (имеем ли мы на это право?), 2) какие новые подходы доступны современным инженерам, чтобы восстановить «жизненные функции» природы, от которой мы все зависим. И доказывал, что многочисленные признаки указывают на то, что инженерам необходимо применять экологические подходы к тому, что уже было создано обыч-

ной инженерией (реинжиниринг), и чтобы в настоящем и будущем избегать негативного воздействия на природные системы [4, с. 111–112]. Таким образом, новая наука (экоинжиниринг), объединяя усилия фундаментальной и прикладной науки, призвана «создавать устойчивые экосистемы, направленные на интеграцию человеческого общества и его окружающей среды в интересах обоих» [4, с. 115]. Широкое признание мировым сообществом новой парадигмы произошло в XXI в. [7, с. 88], когда обострились экологические проблемы и вопрос о симбиозе экологии и инженерии утратил прежний накал дивергенции двух направлений, что предвидел в своей работе А. Вурт «Почему не все инженеры экологи?» (Why aren't all engineers ecologists?) [4, с. 131].

В последние годы активные шаги в создании образовательной среды для инженеров-экологов предпринимаются в Российской Федерации. Согласно Приказу № 246 Министерства образования и науки РФ от 21 марта 2016 г. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата)», специалисты должны сформировать в процессе образования следующие компетенции (рисунок).

Таким образом, профессиональная компетентность инженера-эколога – это совокупность набора профессиональных, общепрофессиональных, технологических, когнитивных, этических социальных и мотивационных компетенций, позволяющих выявлять проблемы в области охраны окружающей среды и безопасности технологических процессов и находить их оптимальные решения. Комплект именно этих компетенций является ответом на социальный заказ, в котором главным заказчиком на проектирование содержания профессиональной инженерно-экологической подготовки выступает государство.

В Тюменском индустриальном университете высшее профессиональное образование в этой области представлено разными направлениями подготовки: техносферная безопасность, энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и др.



Компетенции инженера-эколога [8]

Обучающимся третьего курса Тюменского индустриального университета, будущим инженерам-экологам было предложено отрефлексировать, самостоятельно оценить свой уровень сформированности профессиональной компетенции, а также тех навыков и способностей, формирование которых предусмотрено в процессе изучения предметов преимущественно гуманитарного цикла (социальной, этической и мотивационной компетенций). Современная педагогика трактует рефлексию как самоанализ деятельности и её результатов [9–11]. Авторы считают, что рефлексия как анализ студентами собственных ощущений и мыслей по завершении определённого этапа обучения в вузе очень важна в процессе учебной деятельности. С её помощью обучающиеся развивают навык самооценки, самоконтроля, саморегулирования, формируют умение анализировать и осмыслять разного рода события и проблемы, как профессионального, так и личностного порядка. У студентов развивается критическое мышление, осознание своего отношения к выбранной будущей профессиональной деятельности.

Способом проведения рефлексии был избран опрос; тип – промежуточная рефлексия (за полтора года до окончания программы бакалавриата); форма – индивидуальная; содержание – письменная (согласно общепринятой классификации). Цель – выяснить, как сами обучающиеся осознают и оценивают свои знания и навыки, приобретённые в вузе за пройденный период обучения. Авторы составили опросный лист, куда включили не только компетенции сугубо профессионального и технологического характера, но и те, чью сформированность оценить довольно сложно традиционными формами контроля в ходе учебной деятельности (таблица).

Согласно результатам опроса 47% обучающихся по направлению подготовки 20. «Техносферная безопасность» оценивают сформированность профессиональной и технологической компетенций на среднем уровне, 42% – на высоком уровне; 11% опрошенных считают, что полученные навыки соответствуют низкому уровню. Большая часть обучающихся удовлетворена качеством сформированности своих профессиональных компетенций. Студенты уверены, что знают, как правильно осуществлять профессиональную деятельность на основании документов, таких как профстандарт и ЕКТС (единый квалификационно-тарифный справочник работ и профессий рабочих) и т.д. Подтверждением служат результаты экзаменационных, зачётных и других форм контроля, которые оцениваются в процессе учебной деятельности. При этом они понимают, что оценивание результатов их профессионального образования по выбранному направлению для каждого из них носит накопительный характер, и что по окончании всего курса обучения их оценка будет другой. На данном этапе обучающиеся соотнесли себя и свои возможности с требованиями к своей будущей профессии, с актуальными представлениями об инженерах-экологах, насколько они им соответствуют. Благодаря рефлексии определили свои промежуточные результаты, обозначили или скорректировали свои цели на будущее.

Опрос студентов

Оцените свой уровень сформированности следующих способностей, навыков и умений:	Уровень		
	низкий	средний	высокий
способность ориентироваться в основных проблемах ТБ			
способность определять опасные зоны и зоны приемлемого риска			
способность определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и ОС			
разработка и применение документации			
участие в инженерных разработках			
определение нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и ОС			
умение сотрудничать с коллегами и представителями других специальностей			
способность к социальной адаптации			
организационно-управленческие навыки			
способность к абстрактному критическому мышлению			
ценностно-смысловые ориентации, осознание ценности науки, производства, рационального природопользования			
осознание гражданственности			
способность работать самостоятельно			
желание и способность обучаться			

Что касается социальной, этической и мотивационной компетенций, необходимых не только для выполнения профессиональной деятельности, но и в повседневных жизненных ситуациях, результаты опроса смещают в сторону менее оптимистичных выводов: 52% студентов определили свой уровень как средний, 31% – как высокий и 17% – низкий. По ходу рефлексии они проанализировали ситуации образовательной деятельности и обнаружили несоответствие между их «субъектным опытом личности в области образования и нормативным содержанием образования, необходимым для осуществления деятельности в учебном процессе» [12, с. 25].

В ходе сопровождавшей опрос беседы на вопрос «Как они относятся к планируемому с нового учебного года вводу в образовательный процесс системы индивидуальной образовательной траектории, 89% студентов высказались за проведение этого эксперимента, выразив сожаление, что они не смогут опробовать нововведение и будут доучиваться по традиционной программе. Но полагают, что их удовлетворённость обучением в вузе была бы значительно выше благодаря выбору курсов. Важным выводом стало осознание большинством опрошенных студентов, что они выбрали правильную профессию, соответствующую их личностным, профессиональным и карьерным притязаниям, понимают важность профессии инженера-эколога в современном мире и чувствуют свою ответственность. Так профессиональная рефлексия обучающихся проявила себя через осознание и понимание их амбиций, способностей, ценностей, собственной социальной значимости.

Среди двух подразделений Тюменского индустриального университета, которые в сентябре 2021 г. приступят к обучению в формате индивидуальных образовательных траекторий, – институт, в котором получают образование будущие инженеры-экологи. Студенты смогут сами формировать свою образовательную траекторию, выбирая соответствующие дисциплины, курсы, профиль или направление. В 2022 г. планируется внедрить ИОТ во все учебные подразделения вуза. Образовательное пространство вуза создаёт новую архитектуру, согласно которой студенты первые два года формируют универсальные компетенции посредством core-дисциплин, помогающих раскрыть самоорганизацию, коммуникабельность и ввести в режим учебного процесса в вузе. Дисциплины procore – общепрофессиональные для укрупнённых групп направлений – вводятся для начального знакомства с профессией. Элективные курсы расширят универсальные компетенции. Из 40 курсов 22 – по тематике «Поведение человека»: основы ораторского искусства, профессиональная и деловая этика, искусство публичных выступлений на английском языке и др. В конце второго года студенты получат больше возможностей и простора для саморазвития, выбрав элективы, авторские курсы, уровень сложности, профиль.

В третьем семестре студентам предложат элективы по системному мышлению, в четвертом – по цифровой инженерии. В некоторые дисциплины ядра закладывается вариатив – авторские курсы, выбор языка программирования, базового или повышенного уровня по математике, иностранному языку, виды спорта по физкультуре. На старших курсах появится блок minor – логические цепочки элективов, благодаря которым студенты могут получить дополнительную профессиональную компетенцию (аддитивные технологии, управление, IT и др.). Тот факт, что руководители образовательных программ разных инженерных направлений запрашивают курсы по теме «Бережливое производство» и «Актуальные вопросы экологии», подчёркивает необходимость экологической подготовки студентов и подтверждает тезис о том, что все инженеры должны обладать экологическим мировоззрением, мышлением, формировать способность оценивать с точки зрения охраны биосферы свою профессиональную деятельность.

Заключение

Целенаправленное развитие профессиональных, общепрофессиональных, технологических, когнитивных, этических социальных и мотивационных компетенций согласно ФГОС позволяет вузам сформировать профессиональную компетентность будущих инженеров-экологов. Необходимой и существенной частью процесса формирования профессионально компетентного выпускника вуза является профессиональная рефлексия, которая не только помогает оптимизировать образовательный процесс (за счёт направляемой рефлексии выделяются схемы деятельности – способы решения профессиональных практических задач или рассуждения), повысить его эффективность за счёт участия в нём самих обучающихся, но и, зафиксировав результат, внести определённые корректировки в свой персональный образовательный путь. В результате рефлексия становится важной составляющей профессионального самоопределения и учения студентов.

В связи с тем, что вузы России вступают в фазу эксперимента, вводя систему ИОТ,

значение рефлексивной деятельности не только самих обучающихся, но и тех, кто организует этот процесс, значительно возрастает. На начальном этапе эксперимента в высшем образовании пока рано говорить о результатах. Их с необходимостью потребуется отрефлексировать по истечении определённого периода. И для того, чтобы организовать качественную рефлексирующую деятельность студентов и преподавателей, нужны навыки и рефлексивные умения; их придётся формировать и развивать посредством разработки действенных методик и создания рефлексивной образовательной среды в университете, которая будет способствовать реализации развивающего потенциала рефлексии.

Список литературы

1. Козачек А.В., Краснова А.В., Козачек А.С. Практико-ориентированные компетенции и их роль в формировании личности студента-эколога // Университет им. В.И. Вернадского. 2016. № 4 (62). С. 175–181.

2. Зеер Э.Ф. Психология профессионального образования. М.: Юрайт, 2019. 395 с.

3. Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. 2003. № 10. С. 8–14.

4. Engineering Within Ecological Constraints. Washington: National Academy Press, 1996. 214 p.

5. Day J., Moerschbaecher M., Pimentel D., Hall Ch., Yanez-Arancibia A. Sustainability and place: How emerging mega-trends of the 21st century will affect humans and nature at the landscape level. Ecological Engineering. 2014. Vol. 65. P. 33–48.

6. Mitsch W. When will ecologists learn engineering and engineers learn ecology? Ecological Engineering. 2014. Vol. 65. P. 9–14.

7. Сергеев С.М., Бурилич И.Н., Толстова Г.С., Тютюнов Д.Н. Методика экологического инжиниринга в концепции цифрового города // Инновации. 2019. № 6 (248). С. 88–92.

8. Приказ Министерства образования и науки РФ от 21 марта 2016 г. № 246 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата)». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/ (дата обращения: 08.07.2021).

9. Уман А.И., Федорова М.А. Рефлексивная структура процесса обучения // Проблемы современного образования. 2011. № 2. С. 71–77.

10. Фёдорова М.А. Рефлексия как основа учебной самостоятельной деятельности студентов // Гаудеамус. 2017. Т. 16. № 1. С. 21–26.

11. Романова М.В. Профессиональная рефлексия студентов педагогов-психологов: методологический аспект // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/ (дата обращения: 08.07.2021).

УДК 378.147

ПЕРЕВОД ТРАДИЦИОННОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ СТУДЕНТОВ В ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ

[1]Быков А.А., [2]Киселева О.М.

[1]Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, e-mail: mail@sbmpei.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск, e-mail: fizmat@smolgu.ru

Пандемия 2020 г. и последовавший всеобщий переход на дистанционное обучение повлекли за собой необходимость удаленной организации образовательного процесса. Его значительной частью является подведение итогов изучения дисциплин – проведение зачетов и экзаменов. Их перевод в цифровой формат вызвал определенные трудности. При опосредованной сдаче сессии нужно не только подготовить электронные материалы для проверки знаний, умений и навыков, но и организовать идентификацию личности учащихся и решить вопрос эффективного контроля самостоятельности выполнения экзаменационной работы студентами. Распознавание личности учащегося может проводиться с использованием видеосвязи путем предъявления идентифицирующих документов, путем авторизации с применением личных учетных данных или с помощью биометрических показателей. Дистанционное проведение итоговой аттестации может быть выполнено в формате видеоконференции или в тестовой форме. Однако независимо от выбранной формы проведения необходим контроль над самостоятельностью прохождения аттестации. Наиболее подходящий способ его осуществления, на наш взгляд, это привлечение технологий онлайн-прокторинга. Авторами была сделана попытка оценить эффективность перевода итогового контроля в удаленный формат. Эксперимент проводился на базе филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске.

Ключевые слова: итоговый контроль, зачет, экзамен, образовательный процесс, дистанционное обучение, программное обеспечение

CONVERSION OF THE TRADITIONAL FINAL CONTROL OF STUDENTS INTO A REMOTE FORMAT

[1]Bykov A.A., [2]Kiseleva O.M.

[1]Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute in Smolensk, Smolensk, e-mail: mail@sbmpei.ru;

[2]Smolensk State University, Smolensk, e-mail: fi zmat@smolgu.ru

The pandemic of 2020 and the subsequent universal transition to distance learning led to the need for remote organization of the educational process. A significant part of it is summing up the results of studying disciplines – conducting tests and exams. Their conversion to digital format caused some difficulties. In the case of indirect delivery of the session, it is necessary not only to prepare electronic materials for testing knowledge, skills and abilities, but also to organize the identification of the students 'identity and solve the issue of effective control over the independence of the students' examination work. The student's identity can be recognized using video communication, by presenting identification documents, by authorizing with personal credentials, or by using biometric indicators. Remote conduct of the final certification can be carried out in the form of a video conference or in a test form. However, regardless of the chosen form of conduct, it is necessary to monitor the independence of passing the certification. The most appropriate way to implement it, in our opinion, is to use online proctoring technologies. The authors made an attempt to evaluate the effectiveness of transferring the final control to a remote format. The experiment was conducted on the basis of the branch of the National Research University «MEI» in Smolensk.

Keywords: final control, test, exam, educational process, distance learning, software

Значительный след в современном образовании оставляет пандемия, начавшаяся в 2020 г. Пересмотру, модификации, переоценке подвергаются в той или иной степени практически все элементы педагогической науки. Вынужденный полный всеобщий переход на удаленное общение между студентами и преподавателями выявил не только ряд проблем с его организацией, но и послужил толчком для поиска путей их решения [1].

Одной из трудностей дистанционного обучения стала реализация эффективного итогового контроля в вузе. Педагоги столкнулись с необходимостью бесконтактно провести анализ успеваемости студентов за выделенный период времени. Оценке подвергаются освоенные теоретические знания учащихся, умение использовать их для решения практических задач, полученные навыки самостоятельной работы.

Итоговый контроль – это проверка учебных достижений студента, которая проводится после завершения учебного предмета, блока предметов или образовательной программы в целом и регулируется учебным планом [2].

Наиболее часто используемыми формами итогового контроля являются экзамены и зачеты [3].

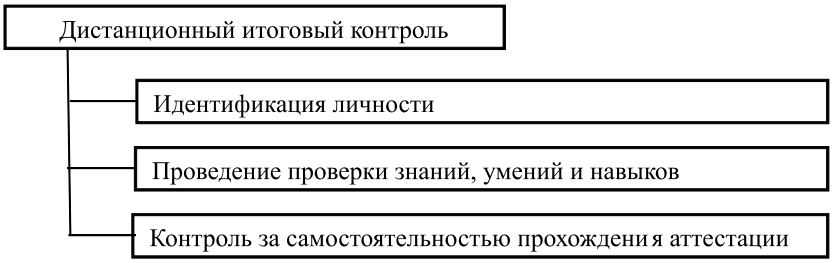


Рис. 1. Процесс проведения удаленного итогового контроля

Экзамен – это одна из традиционных форм проверки знаний и умений по учебному предмету, оценивается отметками по определенной балльной шкале.

Зачёт – способ оценки знаний или достижений студента в выполнении лабораторных работ, курсовых проектов, работы на семинарах и пр., оценивается единой отметкой «зачтено» [2].

В современной педагогике большое число научных работ посвящёно различным формам контроля. Решением проблемы организации систематического контроля в высшей школе занимались С.И. Архангельский, В.П. Беспалько, Н.В. Кузьмина, Т.Ф. Талызина и др. Особенности использования программного обеспечения и автоматизация рассматриваемого процесса представлена в трудах Е.Л. Белкина, Н.Е. Бобкова, И.Г. Венецкого, В.В. Карпова, Н.А. Омельченко [4]. Над темой применения тестового контроля работали В.С. Аванесов, М.С. Бернштейн, Б.В. Володин, С.И. Воскерчьян, В.М. Герасимов, А.Ю. Ерентуева, С.В. Козлов [5] и др. Несмотря на значительное количество авторов, занимавшихся данной проблемой, вопрос организации эффективного итогового контроля в дистанционной форме остается открытым [6].

Цель исследования – анализ эффективности перевода итогового контроля в удаленный формат.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были использованы следующие методы: анализ научной литературы по рассматриваемой теме; изучение передового педагогического опыта; анкетирование [1].

Процесс проведения удаленного итогового контроля включает следующую группу действий, представленную на рис. 1:

1) установку личности студента, который будет проходить аттестацию;

2) организацию и проведение самой процедуры контроля в строгом соответствии заданий проверяемым знаниям, умениям и навыкам, а также временными требованиями к аттестации;

3) реализацию мер по осуществлению контроля самостоятельности прохождения студентами аттестации.

Рассмотрим каждый из компонентов подробнее.

Важной особенностью организации удаленного итогового контроля является необходимость проведения идентификации личности студента с целью предотвращения возможной фальсификации. Способ распознавания личности учащихся определяется учебной организацией, которая должна проверять соблюдение условий проведения мероприятий, в рамках которых осуществляется оценка результатов обучения [7]. Сегодня существует несколько способов электронной идентификации личности учащихся, большинство из которых могут успешно использоваться в образовательном процессе:

1. При наличии видеосвязи студент может подтверждать личность, предъявляя на камеру документ, идентифицирующий личность, например паспорт или зачетную книжку.

2. При работе в электронной информационно-образовательной среде удаленная идентификация личности учащегося может проводиться посредством авторизации в веб-интерфейсе с применением личных учетных данных, к которым относятся логин и пароль.

3. При наличии соответствующего оборудования можно использовать физиологические биометрические характеристики человека, получаемые путём измерения анатомических данных: отпечатков пальцев, формы лица, рук, структуры сетчатки глаза и др., несмотря на то, что, на наш взгляд, будущее за биометрической идентификацией, в современном дистанционном обучении она практически не применяется в связи со слабой технической оснащенностью.

Еще одним важным вопросом организации итогового контроля является выбор формы для его реализации. Сегодня суще-

ствует много программных продуктов, применение которых позволяет осуществлять его достаточно эффективно [8]. Дистанционную итоговую аттестацию можно осуществлять, используя возможности видеоконференций, тестовые формы работы и др. (рис. 2).

Рис. 2. Способы проведения дистанционной итоговой аттестации

1. Использование видеоконференций. Эта форма работы наиболее приближена к традиционной проверке знаний, умений и навыков студентов. Она позволяет практически полностью воспроизвести традиционный способ сдачи экзаменов и зачетов. Преподаватель не только лично общается со студентом во время защиты выполненной работы, но и может одновременно контролировать процесс подготовки других студентов. Особенно удобной в данном случае выступает функция демонстрации экрана, которая позволяет наблюдать за выполнением практических заданий каждым из учащихся. Удобными для использования в образовательном процессе интернет-сервисами организации видеоконференций, на наш взгляд, являются следующие продукты: Zoom, Google Meet, Cifru-Meet, Discord и др. [1].

2. Тестирование является одной из наиболее успешных форм контроля при дистанционном обучении. Современные программные продукты для онлайн-тестирования обладают широким кругом возможностей, позволяют использовать вопросы различных видов, автоматически выставлять оценку, при необходимости проводить ее корректировку преподавателем, настраивать временные рамки и т.п. [9]. Возможность удаленного тестирования встроена практически в каждую электронную информационно-образовательную среду и играет в ней именно роль средства контроля. Примером электронной информационно-образовательной среды с использованием тестовых форм проверки знаний, умений и навыков может служить система управления обучением Moodle [10]. К сервисам, позволяющим организовать удаленный итоговый контроль в тестовой форме, можно отнести: средства для разработки и использования тестов в СДО Moodle, iTest, Мастер-Тест, Let's test, Конструктор Тестов. ру и др.

Контроль самостоятельности прохождения аттестации является важной частью дистанционной проверки уровня усвоения изученного материала. Он должен проводиться независимо от выбора формы проведения. Наиболее успешно эта проблема решается с привлечением технологий онлайн-прокторинга. Под прокторингом понимается процесс опосредованного наблюдения за действиями студентов, сдающих экзамен или зачет, с помощью веб-камеры, а также демонстрация монитора компьютера. Данная технология дает возможность удаленного мониторинга преподавателем процесса работы учащихся и позволяет выполнять те же функции, что и при нахождении в аудитории: отслеживать поведение студента, содержимое его экрана, а также вести видеозапись, что при необходимости значительно облегчит процедуру проведения апелляции [11]. Для реализации контроля за самостоятельностью работы студентов можно использовать интернет-сервисы, перечисленные в пункте 1. Кроме того, современные крупные мессенджеры и почтовые сервисы предоставляют широкие возможности по организации бесплатных групповых видеозвонков, которые тоже применимы для организации наблюдения.

При этом реализация онлайн-прокторинга выдвигает значительные технические требования к оборудованию рабочих мест как преподавателя, так и студентов. Применение видеосвязи, как правило, реализуется в режиме двусторонней видеоконференции, таким образом преподаватель и студенты аттестуемой группы имеют возможность видеть и слышать друг друга, общаться в чате. Для большого числа одновременно транслируемых пользователей необходима высокая пропускная способность интернет-канала, что в некоторых ситуациях создает затруднения в использовании.

Результаты исследования и их обсуждение

Проверка эффективности перевода итогового контроля в удаленный формат проводилась на базе филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске. В эксперименте принимали участие 40 студентов и 10 преподавателей, а также был проведен анализ итоговых ведомостей за 2020–2021 учебный год у пяти групп второго курса, которые в течение обучения периодически, в зависимо-

сти от эпидемиологической ситуации в регионе, переходили от традиционной – очной формы работы к дистанционной, включая периоды сессий. В результате оценки экзаменационных ведомостей были получены результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Результаты сдачи экзаменов в очной форме и дистанционно (в %)

	Очная	Дистанционная
Оценка «неудовлетворительно»	7,9	0,5
Средний балл за экзамены	3,84	4,13

Из представленных результатов видно, что при дистанционной форме проведения экзаменов уменьшилось не только количество двоек, но и незначительно увеличился средний балл аттестуемых. На наш взгляд, это связано со сложностью организации контроля самостоятельности выполнения работы в онлайн-формате студентом даже при использовании видеосредств.

Испытуемым также была предложена анкета, в которой они должны были сделать выбор между очной и дистанционной формами сдачи сессии и обосновать свой выбор и решить, какой из двух вариантов дистанционного контроля предпочтительнее (применение видеоконференции или тестов) и почему. В результате сравнения очной и дистанционной форм работы были получены результаты, представленные в табл. 2 и на рис. 3.

Таблица 2

Результаты выбора формы проведения сессии (количество положительных ответов в %)

	Очная	Дистанционная
Преподаватели	70	30
Студенты	27,5	72,5

В результате сравнения двух вариантов дистанционного контроля: применения видеоконференции и тестов, были получены результаты, представленные в табл. 3 и на рис. 4.

Таблица 3

Результаты выбора формы дистанционного контроля (количество положительных ответов в %)

	Видеоконференция	Тест
Преподаватели	60	40
Студенты	37,5	62,5

Рис. 3. Результаты выбора формы проведения сессии (количество положительных ответов в %)

Рис. 4. Результаты выбора формы дистанционного контроля (количество положительных ответов в %)

На основании полученных количественных результатов и комментариев к ответам можно сделать следующие выводы:

1. Студенты отдавали предпочтение дистанционной форме сдачи сессии, поскольку в домашней обстановке чувствуют себя более уверенно и не так сильно нервничают, с преподавателем проще общаться опосредованно, а также больше возможностей незаметно воспользоваться шпаргалками.

2. Преподаватели мотивировали выбор традиционной формы работы недостаточно высоким уровнем технического обеспечения, что влечет за собой сомнения в возможности качественной организации контроля самостоятельности выполнения заданий.

3. При дистанционном контроле преподаватели отдали предпочтение видеоконференции, объяснив это большей схожестью с очной формой аттестации и возможностью общения со студентами.

4. Выбор студентов был определен отсутствием дополнительных вопросов, автоматическим получением оценки.

Заключение

Современный уровень компьютерной техники и существующее программное обеспечение позволяют на достаточно высоком уровне организовать проведение итогового контроля. Однако наблюдается недостаточный уровень оснащенности, часть студентов при работе используют мобильные телефоны, а также сложность с контролем самостоятельности выполнения работы даже при использовании средств видеоконтроля, что делает очную – традиционную форму сдачи зачетов и экзаменов, предпочтительнее с точки зрения объективности оценки. При этом опыт дистанционного обучения, приобретённый в 2020, 2021 гг., положительно отражается на проблеме дистанционного контроля, для его реализации появляются новые программные продукты и адаптируются существующие, а также проводятся научные и методические исследования.

Список литературы

1. Быков А.А., Киселева О.М. Перевод традиционной лекции в дистанционный формат // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30712 (дата обращения: 11.06.2021).

2. Тимофеева Н.М., Сенькина Г.Е. Краткий карманный словарь-справочник по общей методике обучения математике. Смоленск: СГПУ, 2004. 72 с.

3. Киселева М.П. Моделирование и программирование как элемент компьютерной развивающей предметной среды // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи: сборник научных трудов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 25–30.

4. Аслезова Л.В. Теоретические основы организации контроля результатов учебной деятельности студентов в процессе модульно-дистанционного: дис. ... канд. пед. наук. Улан-Удэ, 2001. 200 с.

5. Киселева О.М., Тимофеева Н.М. Построение концептуальной модели учебных словарей по педагогическим дисциплинам // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013. Т. 3. С. 3216–3220. [Электронный ресурс]. URL: http://e-koncept.ru/2013/53649.htm (дата обращения: 15.06.2021).

6. Козлов С.В. Использование вспомогательных программных модулей в автоматизированных информационных системах поддержки учебного процесса // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Оренбург, 2017. С. 235–239.

7. Киселева М.П. Подготовка будущих учителей к работе в условиях цифровизации образования // Учитель и время. 2018. № 13. С. 107–111.

8. Сенчилов В.В., Быков А.А., Тимофеева Н.М., Киселева О.М. Программное обеспечение дистанционного обучения математике детей с ограниченными возможностями здоровья // Научное обозрение: гуманитарные исследования. 2017. № 7. С. 29–34.

9. Перова Ю.П. Технологии тестирования в дистанционном обучении // Доклады ТУСУР. 2015. № 1 (35). С. 138–141.

10. Михайлова Н.В. Электронная обучающая среда Moodle как средство организации асинхронной самостоятельной работы студентов вуза: автореф. дис.... канд. пед. наук. Оренбург, 2012. 24 с.

11. Исеев Р.Р. Опыт дистанционного проведения контроля успеваемости и аттестации обучающихся в условиях пандемии // The Newman in Foreign policy. 2020. № 54 (98). С. 6–20.

УДК 378

МАССОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ОНЛАЙН-КУРСЫ – НОВАЯ ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

Винник В.К., Тарасова Е.В., Воронкова А.А., Павлова И.А.

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, e-mail: lera.vinnik@yandex.ru

Массовые открытые онлайн-курсы (МООК) – это новое направление движения открытого обучения, которое привлекло большое внимание как академической, так и общественной сферы. МООК не являются самостоятельным явлением, изолированным от других разработок в области открытого и дистанционного обучения или образовательных технологий. Напротив, МООК тесно связаны с другими разработками в этой области, имея потенциал для поддержки обучения в течение всей трудовой деятельности, устранения препятствий в процессе обучения, обеспечения равенства возможностей в образовании и, что наиболее важно, обеспечения либерализации знаний. Авторы в своей статье раскрыли теоретические и практические аспекты использования массовых онлайн-курсов в России и за рубежом; проанализировали характеристики разновидностей курсов (МООК, cМООК, xМООК), выделив их преимущества и недостатки; определили типы внедрения МООК в образовательный процесс; выявили необходимые условия реализации внедрения, а также выделили положительные стороны и трудности, с которыми сталкиваются вузы при внедрении и разработке онлайн-курсов. В заключение образовательным учреждениям предлагается дополнить традиционные формы обучения, интегрируя массовые онлайн-курсы в систему высшего образования, что даст большие возможности по повышению качества и эффективности обучения.

Ключевые слова: массовый открытый онлайн-курс (МООК), онлайн-платформы, дистанционное образование, открытое образование, вуз

MASS EDUCATIONAL ONLINE COURSES – NEW DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Vinnik V.K., Tarasova E.V., Voronkova A.A., Pavlova I.A.

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: lera.vinnik@yandex.ru

Mass Open Online Courses (MOOCs) are a new direction of the open learning movement, which has attracted a lot of attention from both the academic and public spheres.MOOCs are not an independent phenomenon isolated from other developments in the field of open and distance learning or educational technologies.On the contrary, MOOCs are closely linked to other developments in this area, having the potential to support learning throughout the working life, eliminate obstacles in the learning process, ensure equality of opportunities in education and, most importantly, ensure the liberalization of knowledge. The authors in their article revealed the theoretical and practical aspects of the use of mass online courses in Russia and abroad. We analyzed the characteristics of the varieties of courses (MOOC, cMOOK, xMOOK), highlighting their advantages and disadvantages. We identified the types of MOOC implementation in the educational process, identified the necessary conditions for implementing the implementation, as well as highlighted the positive aspects and difficulties encountered in the implementation and development of online courses. In conclusion, it is proposed to change the traditional forms of education by integrating mass online courses into the higher education system, which will give great opportunities to improve the quality and effectiveness of training.

Keywords: massive open online course (MOOC), online platforms, distance education, open education, university

Онлайн-курс – быстро развивающийся элемент онлайн-образования, на который имеется большой спрос среди потребителей образовательных услуг. Как и онлайн-образование в целом, курсы имеют государственную поддержку и финансируются крупными компаниями и ведущими университетами.

С распространением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) онлайн-обучение переместилось с периферии в основное русло образования. ИКТ улучшили качество и возможности онлайн-доставки образовательного контента. Онлайн-сети используются в качестве учебных пространств; они гибки, доступны и, что наиболее важно, потенциально открыты. Развитие интернет-услуг в образовательной среде приводит к появлению нового элемента дистанционного электронного образования – массовых открытых онлайн-курсов (МООК) (англ. massiveopenonlinecourse – MOOC).

В рамках исследования выделим существующие виды массовых онлайн-курсов и типы интеграции МООК в учебный процесс на основе практики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского (ННГУ). Обозначим основные преимущества и ограничения использования МООК в учебном процессе.

Материалы и методы исследования

В ходе работы над статьей были использованы данные научных публикаций, нормативных документ ННГУ им. Н.И. Лобачевского, официальных сайтов электронных платформ, а также результаты опроса преподавателей ННГУ им. Н.И. Лобачевского, проходивших обучение на курсах повышения квалификации по программе «Создание

онлайн-курсов в формате МООК» (https://mooc.unn.ru/course/view.php?id=71) на платформе «Открытые онлайн-курсы университета Лобачевского» (mooc.unn.ru).

МООК и обучающие платформы

«Массовые открытые онлайн-курсы (МООК) – это электронные учебные курсы, выложенные на образовательной платформе в Интернете и предназначенные для большого числа слушателей» [1]. Перейдем к расшифровке аббревиатуры. *Массовый* – значит для расширенной аудитории, включающий формат больше, чем может вместить самый большой конференц-зал; *открытый* – не имеет ограничений по доступу, верхнего порога возраста слушателя, привязанности к территории; *онлайн* – с использованием информационно-коммуникативных технологий; курс – структурированный учебный материал, размещенный на электронной странице.

Общий объем мирового рынка онлайн-образования, по оценкам экспертов, в 2020 г. составил $222 млрд, а в 2019 г. оборот измерялся суммой $205 млрд [2]. Динамика роста объемов рынка, по прогнозам специалистов, сохранится. На данный момент лидерами по количеству обучающихся в системе открытого электронного образования в цифровой среде являются США, Латинская Америка и страны Азиатско-Тихоокеанского региона, о чем свидетельствуют данные количества слушателей на иностранных платформах (Coursera, Edx, FutureLEarn, Khan Academy, Udacity, Udemy), представленные в таблице [1].

Российский рынок онлайн-образования не отстает от мировых тенденций. В 2014 г. Правительство РФ и Министерство науки и высшего образования объявили о необходимости формирования системы открытого образования, и была создана Национальная платформа открытого образования (НПОО). Образовательные курсы, размещенные на НПОО, находятся в бесплатном, свободном доступе и не требуют специального базового образования для начала обучения. Единственным условием получения сертификата, необходимого, например, для перезачета дисциплины при получении высшего образования (специалитет, бакалавриат), является выполнение всех контрольных мероприятий курса (тестов, задания, практических работ) с идентификацией личности слушателя и контролем условий их прохождения. Кроме этого, данные курсы, в отличие от других МООК, имеют еще ряд существенных отличий:

1) курс создается на основе требований ФГОС ВО;

2) курс нацелен на формирование результатов обучения, заложенных в образовательных программах, реализуемых в образовательных организациях;

3) курс проектируется таким образом, что достигаются высокие результаты всех видов деятельности обучающихся, и, как следствие, повышается качество онлайн-курса и обучения в целом.

На данный момент платформа объединяет 16 ведущих университетов нашей страны и обучает 1 770 000 слушателей по 9 направлениям подготовки на 730 курсах [3].

Также многие ведущие университеты нашей страны и отдельные образовательные организации предлагают свои МООК на собственных сайтах или самостоятельных сайтах курса.

Разновидности массовых открытых онлайн-курсов

Хотя буквы в аббревиатуре МООК представляют одну основную форму, существует два разных типа МООК в зависимости от используемого педагогического подхода. В cMOOK используется децентрализованный подход, ориентированный на учащегося; xMOOK характеризуется принципом преподавания и обучения, ориентированного на учителя; гибридные МООК используют более прагматичный подход, объединив два предыдущих подхода, разнообразив возможности обучения и охватив более широкую аудиторию [4].

Международные образовательные платформы

Название платформы	Количество слушателей, млн человек		Темп роста количества слушателей,%
	2019 г.	2020 г.	
Coursera www.coursera.org	8	31	387,5
Edx www.edx.org	5	10	200
Future Learn www.futurelearn.com	1,3	5	384,62
Class Central www.classcentral.com	0,35	0,8	228,57

При анализе научной литературы по данной теме [5–8] было выявлено, что на данный момент имеется еще ряд разновидностей онлайн-курсов. Один из них, «SPOC (англ. Small Private Online Course) – это тип онлайн-курса, когда обучение проходит в небольших группах» [5]. Чаще всего обучение на курсах платное с ограниченным числом слушателей. Следующий вид онлайн-курсов – это hMOOK, позволяющие организовать обучение студентов с использованием МООК, синхронизировав его с учебным планом образовательной организации. Поэтому данный формат используется в качестве открытых ресурсов при преподавании внутри университета и в его филиалах.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского развивает свой портал «Открытые онлайн-курсы университета им. Н.И. Лобачевского» (mooc.unn.ru), на котором представлено более 40 курсов для студентов университета, а также всех желающих обучаться дистанционно. Представлены курсы для бакалавриата и магистратуры по учебным планам различных специальностей, а также для абитуриентов и слушателей курсов повышения квалификации. Открытая образовательная платформа ННГУ создана на основе LMS Moodle; курсы, представленные на портале, относятся к формату «cMOOK».

В ННГУ также развита и внутренняя электронная образовательная среда, в частности имеется Система электронного обучения ННГУ (e-learning.unn.ru), на которой базируются дистанционные курсы преподавателей, относящиеся к формату «xMOOK».

В последние годы возрастает интерес слушателей, желающих обучаться дистанционно на курсах у преподавателей ННГУ, и это не только обучающиеся образовательных учреждений, но и желающие получить дополнительные знания, например абитуриенты или слушатели курсов повышения квалификации. Пандемия COVID-19 подтолкнула Университет активизировать разработку МООК для внешних слушателей. За весну 2021 г. были разработаны курсы не только для бакалавриата и магистратуры, но и для абитуриентов, в том числе и для иностранных слушателей. Многие преподаватели, которые имели свои дистанционные курсы во внутренней образовательной среде, переработали их под формат МООК. Это ускорило процесс создания МООК и облегчило взаимодействие с обучающимися.

Учитывая практику использования МООК в ННГУ за последние годы, мы можем выделить два типа интеграции МООК в образовательный процесс.

1. Смешанный формат обучения.

В вузах существует несколько форматов смешанного обучения с использованием массовых курсов, которые отличаются алгоритмом взаимодействия преподавателя со студентом и студента с контентом МООК. В ННГУ им. Н.И. Лобачевского студенты проходят МООК для получения сертификатов, но при этом обязательно посещают лекционные, практические, семинарские занятия. Сертификат, в котором указан средний балл за прохождение курса, позволяет получить перезачет.

2. Замена части очных курсов на МООК.

Этот тип реализуется как при индивидуальном обучении студента, так и на уровне институтов или факультетов университета в целом. Вместо очного обучения студент может проходить рекомендованные МООК по соответствующим дисциплинам в следующих случаях: студент переводится с одной специальности на другую; выходит из академического отпуска; переводится из другого вуза и есть необходимость в реализации разницы дисциплин учебного плана. Основным требованием для перезачета является получение сертификата об успешном прохождении курса. Многие курсы заканчиваются процедурой итогового испытания с прокторингом (процесс идентификации личности), чтобы исключить недобросовестное прохождение курса.

На уровне институтов или факультетов в учебный план образовательной программы включается МООК, разработанный преподавателем вуза. При этом все студенты проходят обучение на рекомендованных курсах.

На данный момент в ННГУ распространена практика использования в образовательном процессе МООК, которые разработаны нашими преподавателями, что снимает проблему организации, сопровождения, оплаты обучения на МООК. Сопровождение включает в себя решение технических проблем, возникающих у студентов; проведение итогового испытания с идентификацией личности (прокторинга); общения со студентами по различным возникающим вопросам.

Для успешного внедрения МООК в образовательный процесс необходимо выполнение ряда условий обеспечения организации дистанционного обучения. И первым условием мы выделяем наличие подготовленного кадрового состава к реализации обучения в онлайн-среде. Для преподавателей ННГУ на протяжении последних лет проводились курсы повышения квалификации в области онлайн-образования в офлайн-

формате. Весной 2021 г. данные курсы были переведены в онлайн-формат, в частности онлайн-курс «Создание онлайн-курсов в формате МООК». Обучение для сотрудников ННГУ было бесплатным, выпускники этой программы получили удостоверение о повышении квалификации. В первом потоке обучение прошли 172 преподавателя ННГУ.

По окончании прохождения курса был проведен опрос, который включал в себя 25 вопросов. Вопросы были направлены на оценку не только качества данного онлайн-курса, но и на оценку отношения преподавателей к онлайн-образованию, онлайн-курсам и МООК в частности. Для оценки была выбрана пятибалльная шкала, где «1» – неудовлетворительное отношение, а «5» – положительное отношение, желание создать курс и применять его в учебном процессе.

Для примера приведем две диаграммы. Первая характеризует отношение слушателей к качеству образовательного контента на данном МООК. Большинство опрошенных поставили наивысшую оценку, что позволило нам сделать вывод о положительном отношении к получению новых, необходимых в современных условиях знаний и умений по созданию МООК (рис. 1).

Вторая диаграмма описывает затруднения, которые возникли при обучении на данном МООК: нехватка навыков работы на платформе, в оболочке LMSMoodle и проблемы с организацией собственного времени (рис. 2).

Полученная информация использовалась при переработке данного онлайн-курса и для улучшения качества содержания.

Второе условие – это администрирование процесса внедрения МООК в образовательную систему. В университете создан Центр развития открытого и онлайн-образования (ЦРООО), сотрудники которого обеспечивают обучение преподавателей в области онлайн-образования, сопровождение процесса создания МООК, техническую поддержку и сопровождение образовательного процесса, мониторинг обучения и выгрузку результатов прохождения МООК обучающимся (просмотр видеолекций, прохождение тестов, выполнение практических заданий с самостоятельной проверкой и т.д.). ЦРООО занимается сопровождением заключения договоров с другими вузами, если они используют наши курсы или мы используем курсы этого вуза. На данный момент дорабатывается нормативная база о выплате гонорара авторам курса при использовании его другим вузом. Также для организации обучения на онлайн-курсе в университете разрабатывается положение о МООК, в котором будет прописана вся схема работы с МООК: структура МООК, авторские права, процедура перезачета результатов освоения курса, требования к сертификатам обучения.

Таким образом, в Университете выстраивается система подготовки кадрового состава для создания МООК и идет процесс администрирования внедрения МООК в образовательную систему.

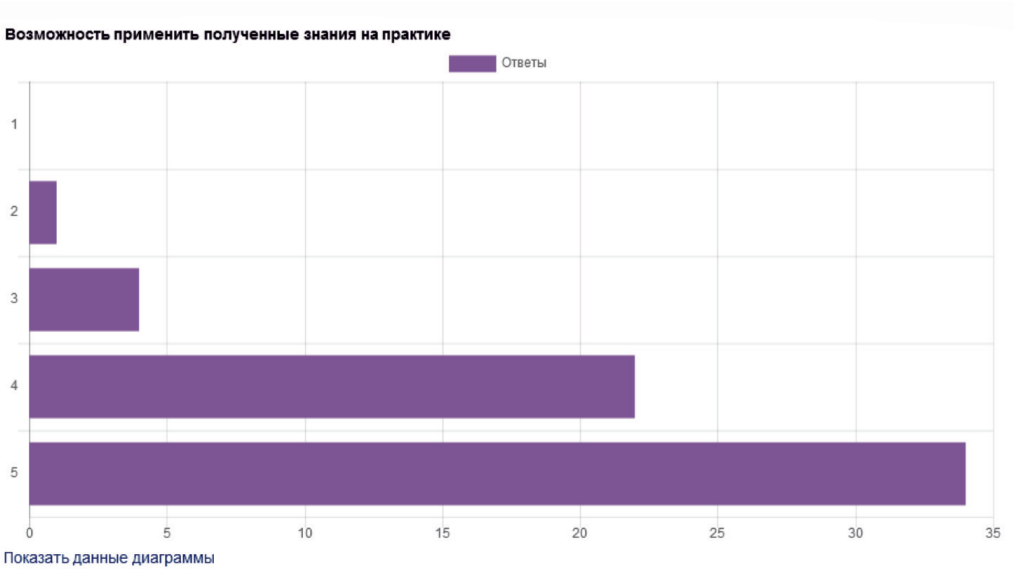


Рис. 1. Диаграмма ответов на вопрос:
«Возможность применять полученные знания на практике»

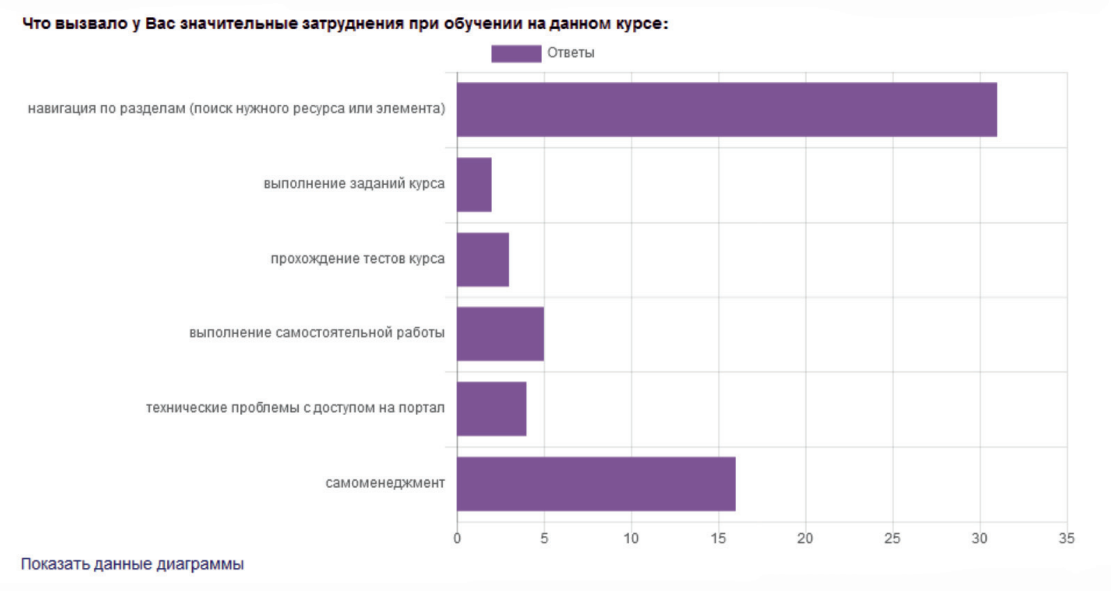


Рис. 2. Диаграмма ответов на вопрос:
«Что вызвало у Вас значительные затруднения при обучении на данном курсе?»

Результаты исследования и их обсуждение

Переход из формата «классического» университета к университету с дистанционным электронным обучением через онлайн-режим оказывает значительное влияние на образовательный процесс. На данный момент не получены надежные данные об эффективности формата МООК, но онлайн-курсы активно входят в нашу жизнь повсеместно. В нашем вузе пока используются только две формы интеграции МООК в образовательный процесс, но анализ опыта интеграции МООК в вузах нашей страны и за рубежом позволил выявить еще один тип – создание программы онлайн-магистратуры, в которой все курсы читаются в формате МООК [9]. В ННГУ пока такой формат распространения не получил. Это связано с отсутствием полноценной практики внедрения МООК в учебный процесс. Мы находимся на начальном этапе и решаем правовой и финансовый вопросы внедрения МООК. При этом мы создаем курсы, которые должны вовлекать и удерживать обучающихся на всех этапах обучения, справляться с увеличением рабочей нагрузки и производительности при добавлении слушателей. На этапе сопровождения проводим выявление случаев сбоев в работе, недостатков эксплуатации МООК, неточности методических материалов и т.д. [10].

В ходе внедрения выявляются плюсы, такие как облегчение организации ликвидации задолженностей студентов через МООК, увеличение вариативности учебного плана. Но встретились и трудности, такие как отсутствие единого стандарта по организации обучения и оценки качества МООК. Не рассчитана экономическая целесообразность внедрения массовых онлайн-курсов в учебный процесс. Также надо понимать, что не все дисциплины можно перевести в формат МООК.

Заключение

Онлайн-среда уже является неотъемлемой частью нашей жизни. В ходе интеграции массовых онлайн-курсов в систему высшего образования изменяются традиционные формы обучения. Таким образом, можно заключить, что при внедрении новых образовательных технологий всегда возникают проблемы, решение которых приводит к формированию особой цифровой образовательной среды, позволяющей повысить эффективность достижения результатов и качества обучения.

Список литературы

1. Dhawal Shah. The Second Year of The MOOC: A Review of MOOC Stats and Trends in 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://www.classcentral.com/report/the-second-year-of-the-mooc/ (дата обращения: 09.08.2021).

2. Исследование российского рынка онлайн-образования. [Электронный ресурс]. URL: http:// research.edmarket.ru/ (дата обращения: 27.07.2021).

3. Национальная платформа открытого образования. [Электронный ресурс]. URL: https://openedu.ru/ (дата обращения: 27.07.2021).

4. Богданова Д.А. Использование массовых открытых онлайновых курсов для повышения квалификации преподавателей в Евросоюзе // Образовательные технологии. 2016. № 4. С. 3–8.

5. Ахметшин Е.Н. Трансформация модели университета в условиях цифровой экономики // Современные тенденции и технологии развития потенциала регионов: сборник статей Национальной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 25–26 апреля 2019 года). СПб.: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2019. С. 65–69.

6. Ахмадулин Р.К. Опыт разработки и использования электронных образовательных ресурсов ВТИУ // Электронное обучение в непрерывном образовании 2018: V Международная научно-практическая конференция (Ульяновск, 18–20 апреля 2018 года). Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2018. С. 4–9.

7. SPOC. Webinar Academy. [Электронный ресурс]. URL: http://academy.webinar.ru/glossary/spoc/ (дата обращения: 27.07.2021).

8. Софронова А.К., Миронов Э.Ю. Применение онлайн-курсов в дополнительном профессиональном образовании // Вестник Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Педагогика. Психология. Философия. 2018. № 4 (12). С. 71–76.

9. Семенова Т.В., Вилкова К.А. Типы интеграции массовых открытых онлайн-курсов // Университетское управление: практика и анализ. 2017. Т. 21. № 6. С. 114–126.

10. Сидоренко А.М., Винник В.К., Сочнева Н.В. Основы создания электронного учебно-методического комплекса для учебной платформы MOODLE // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=24538 (дата обращения: 04.08.2021).

УДК 796.41

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА ДЛЯ ДЕВОЧЕК ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Гусева Е.В., Загревский О.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, e-mail: zyzga@mail.ru, O.Zagrevsky@yandex.ru

Статья посвящена процессу физического воспитания девушек школьного возраста средствами эстетической гимнастики. Автором раскрывается один из очень актуальных моментов физической деятельности молодого населения: грациозный, молодой, интересный и один из самых женственных и красивых видов спорта – эстетическая гимнастика. Занятия этим видом спорта позволяют не только заниматься физической культурой, но и добиться профессионального спортивного успеха на российской и мировой арене. Учитывая возрастные и психофизиологические особенности детского и женского организма в целом, данный вид спорта может привлекать большое количество девочек и девушек по всей России. В статье отмечается, что занятия данным видом командного спорта и физической деятельности положительно влияют и на здоровье и на уровень физической подготовленности девушек школьного возраста и могут рассматриваться не только как занятия для удовольствия, но и как шаг к профессиональному спорту. Простота и доступность, высокая эмоциональность занятий эстетической гимнастикой могут качественно улучшать процесс физического воспитания девушек, оказывать положительное влияние как на динамику их физической подготовленности, так и на воспитание устойчивого интереса к регулярным занятиям физическими упражнениями в более привлекательной и доступной форме. Автор отмечает, что занятия эстетической гимнастикой помогают развить крепкую физическую форму, хореографические способности, гибкость и подвижность в суставах под руководством опытных тренеров по данному виду спорта. Эстетическая гимнастика – командный вид спорта, поэтому, помимо хорошо развитых физических качеств, девушки, занимающиеся эстетической гимнастикой, умеют хорошо и слаженно работать в команде, приобретают сильный командный дух и хороших и верных друзей на долгие годы. Также отмечается, что эстетической гимнастикой можно заниматься не только ради личного интереса и своего здоровья. Эстетическая гимнастика – молодой и развивающийся вид спорта, в котором спортсменки могут добиться профессионального успеха не только в России, но и на мировой арене.

Ключевые слова: здоровый образ жизни, эстетическая гимнастика, физическая подготовленность, развитие физических качеств

AESTHETIC GYMNASTICS FOR SCHOOL-AGE GIRLS

Guseva E.V., Zagrevskiy O.I.

National Research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: zyzga@mail.ru, O.Zagrevsky@yandex.ru

The article is devoted to the process of physical education of school-age girls by means of aesthetic gymnastics. One of the most actual moments of physical activity of the young population is revealed by the author, namely, graceful, young, interesting and one of the most feminine and beautiful sports – aesthetic gymnastics. Practicing this sport allows you not only to engage in physical culture, but also to achieve professional sports success on the Russian and World stage. Taking into account the age and psychophysiological features of the children's and women's bodies as a whole, this sport can attract a large number of girls and girls all over Russia. The article notes that classes in this type of team sports and physical activity positively affect both the health and the level of physical fitness of school-age girls and can be considered not only as classes for pleasure, but also as a step towards professional sports. Simplicity and accessibility, high emotionality of aesthetic gymnastics classes can qualitatively improve the process of physical education of girls, have a positive impact both on the dynamics of their physical fitness, and on the education of a stable interest in regular physical exercises in a more attractive and accessible form. The author notes that aesthetic gymnastics classes help to develop a strong physical form, choreographic abilities, flexibility and mobility in the joints under the guidance of experienced coaches in this sport. Aesthetic gymnastics is a team sport, therefore, in addition to well-developed physical qualities, girls engaged in aesthetic gymnastics are able to work well and harmoniously in a team, acquire a strong team spirit and good and loyal friends for many years. It is also noted that aesthetic gymnastics can be practiced not only for the sake of personal interest and your health. Aesthetic gymnastics is a young and developing sport in which athletes can achieve professional success not only in Russia, but also on the World stage.

Keywords: healthy lifestyle, aesthetic gymnastics, physical fitness, development of physical qualities

В современном мире забота о воспитании здорового поколения становится очень актуальной. Важность «здорового образа жизни» в повседневной жизни все чаще обсуждается в трудах учёных, спортсменов, исследователей. Особенно остро поднимается вопрос о формировании здоровой личности ребёнка, многие научные работы воспитательно-оздоровительного характера рассматривают гигиену обучения и воспитания школьников, валеологическую работу в школе [1]. Для формирования здоровой личности ребёнка разрабатываются программы по оздоровлению детей, привлечению широких масс к занятиям физкультурой и спортом, увеличивается количество уроков физкультуры в школах. Специалисты в области физической культуры и спорта находят новые, более эффективные и привлекательные формы занятий физическими

упражнениями для предупреждения болезней цивилизации, гармонического развития личности, повышения умственной работоспособности, улучшения самочувствия школьников [2].

Одной из таких форм является эстетическая гимнастика, групповые занятия которой позволяют ей стать массовым видом спорта для девушек и видом физической культуры для женщин. Данный вид физической культуры учитывает возрастные, анатомо-физиологические и психомоторные особенности женского организма и может привлекать практически все женское население. Простота и доступность, высокая эмоциональность занятий эстетической гимнастикой могут качественно улучшать процесс физического воспитания девушек, оказывать положительное влияние как на динамику их физической подготовленности, так и на воспитание устойчивого интереса к регулярным занятиям физическими упражнениями в более привлекательной и доступной форме [3].

Цель исследования – изучение интереса у девочек школьного возраста к занятиям эстетической гимнастикой для спортивного совершенствования.

Материалы и методы исследования

Анализ источников, онлайн-интервью с педагогами ведущих школ по эстетической гимнастике, опрос и анкетирование девочек школьного возраста от 7 до 17 лет, методы математической статистики. Организация исследования в опросе девушек и девочек, обучающихся с 1 по 11 классы в общеобразовательных школах, в возрасте от 7 до 17 лет. Всего было опрошено 450 учащихся. Опрос состоял из нескольких вопросов, а именно:

1. Занимаетесь ли вы каким-либо видом спорта профессионально?
2. Занимаетесь ли вы спортом или танцами для своего здоровья?
3. Знакомы ли вы с эстетической гимнастикой?
4. Хотели бы вы заниматься эстетической гимнастикой ради личного интереса?
5. Хотели бы вы заниматься эстетической гимнастикой профессионально?

Результаты исследования и их обсуждение

Эстетическая гимнастика в России, как и во многих других странах, имеет молодую историю. Эстетическая гимнастика взяла свое начало из художественной гимнастики, акробатики, классической и современной хореографии, различных танцевальных направлений – от классического балета до уличных танцев. Можно отметить, что родоначальницей эстетической гимнастики стала Айседора Дункан, которая сняла привычную для танцев обувь и начала танцевать прямо босиком. Эстетическая гимнастика выделяется умением передавать общий характер музыки в движении и придавать движениям целостность, слитность, свободу, изящество и различную эмоциональную окраску. Это молодой, но активно развивающийся в странах вид спорта [4].

Эстетическая гимнастика взяла свое начало в европейских странах еще более 100 лет назад. Зародилась она в Финляндии, где и по сей день сохранила свою популярность, как в школах, так и в высших учебных заведениях. 1 августа 2005 г. приказом № 459 Федерального агентства по физической культуре и спорту Российской Федерации официально учрежден новый вид спорта – эстетическая гимнастика. Но российские спортсменки начали принимать участие в международных соревнованиях по эстетической гимнастике намного раньше и зарекомендовали себя победителями и сильнейшими командами на мировой арене. Новый импульс в развитии данного вида спорта отмечен в 2008 г. реализацией широкомасштабной программы развития и популяризации эстетической гимнастики в России. Она предусматривала глобальные изменения в организационно-управленческом сегменте, финансово-хозяйственной деятельности Всероссийской федерации эстетической гимнастики [5].

За время развития эстетической гимнастики в нашей стране российские команды побеждали на чемпионате мира, Кубке мира, занимали первые места в международных соревнованиях различного уровня и для различных возрастных групп [6].

Заниматься эстетической гимнастикой девочки начинают с трех лет. Первое время это группы общей подготовки, то есть различные общеразвивающие упражнения, знакомство с музыкой и разными ритмами, игры. Поначалу главная цель педагогов познакомить юных девочек со спортивными занятиями, заручиться доверием и привить любовь к движениям и регулярным занятиям в целом. На следующем этапе, в подготовительных группах, девочки уже знакомятся непосредственно с техникой эстетической гимнастики и со всеми ее особенностями. В завершение подготовительного этапа начинают формироваться команды. Команда состоит из 6–10 гимнасток. В детских категориях, возраста 6–8 лет, число девочек, одновременно выступающих на соревновательном ковре, может доходить до 15 человек. Гимнастки выполняют соревновательную

программу под музыку. Музыка подбирается строго по возрасту. В юном возрасте предпочтения отдаются детским мелодиям из мультфильмов, в возрасте постарше уже можно использовать более глубокие и смысловые мелодии. Продолжительность музыки варьируется от 1,45 до 2,30 минут. Главная особенность эстетической гимнастики как отдельного вида спорта – это командная работа. Команды гимнасток должны работать как одно целое, как единый механизм – каждый вздох, взгляд и движение должны выполняться синхронно. Также еще одной особенностью эстетической гимнастики является ее доступность для молодого поколения. Эстетическая гимнастика, хоть и носит название «гимнастика», но тем не менее сумела сохранить свою первоначальную цель – оздоровление населения. В эстетической гимнастике от спортсменок не требуется предельной гибкости суставов, критической амплитуды и хорошо развитых силовых способностей, поэтому занятия этим видом спорта доступны девочкам и девушкам разного возраста. Если в художественной гимнастике возрастной порог для начала занятий данным видом спорта строго обозначен до 6 лет, то в эстетическую гимнастику можно прийти и начать успешно заниматься и в 7, и в 8, и даже в 9 лет. Но если уровень развития физических качеств для начала занятий не так сильно важен в эстетической гимнастике, то есть одно условие которое должно соблюдаться. Фактура девочки должна соответствовать определенным гимнастическим параметрам. Приветствуются длиннотные размеры звеньев тела, небольшая масса тела и средний рост.

Эстетическая гимнастика направлена и состоит из естественных движений тела, которые стилизованы и адаптированы для спортивной деятельности в этом виде спорта. Данный вид спорта включает в себя ряд стилизованных элементов, таких как различные изгибы тела, волны, взмахи, прыжки и равновесия, акробатика и полуакробатика. У взрослых команд допустимы поддержки одной гимнастки и различные пирамиды. Все эти движения и соревновательные элементы очень гармоничны и выполняются с естественной грацией и силой. Соревновательная программа в эстетической гимнастике выполняется в непрерывном потоке от одного движения к другому, плавно, значительно изменяясь и в динамике, и в скорости [6]. Интересная, сложная в исполнении, с элементами различных танцевальных и акробатических направлений, хореография, используемая в соревновательной программе, создает впечатление небольшого рассказа. Другими словами, гимнастки, выходя на соревновательный ковер, с помощью движений тела выражают яркую и выразительную музыку, так что зрители и судьи могут прочитать и увидеть глубокий смысл, заложенный постановщиком. Помимо интересного танца, гимнастики в этом красивом виде спорта должны показать также ряд гимнастических элементов, без которых бы потерялась вся суть спортивного состязания.

Обязательными элементами соревновательной композиции являются движения тела – в среднем 38,4%; различные прыжки и серии прыжковых элементов – 15,5%; равновесия и повороты, также серии равновесий – 20,2% (табл. 1). Что в сумме составляет – 74,1% соревновательной программы.

Помимо обязательных элементов в соревновательной программе по эстетической гимнастике присутствуют необязательные, но они также несут ценность по исполнению и очень важны для общего содержания программы и для ее итоговой оценки на соревнованиях [7]. Необязательные элементы содержат различные ритмические шаги, как отдельный танцевальный элемент, так и в соединении с другими движениями тела – 10,1%; акробатика и полуакробатика – 5,4%; движения тела и рук – 6,6%; движения ног – 3,8% (табл. 2). В сумме данные элементы и движения составляют 25,9% от соревновательной программы. Вся соревновательная композиция оценивается судьями и делится на три категории – техническая ценность, артистическая ценность и исполнение. Гимнастки выполняют два выхода на соревновательный ковер, и по сумме баллов за два выступления определяется команда-победитель [7].

Таблица 1

Обязательные элементы в соревновательной композиции по эстетической гимнастике

№	Наименование	Обязательные элементы, содержание в соревновательной композиции, в %
1	Движения тела	38,4%
2	Прыжки	15,5%
3	Равновесия и повороты	20,2%
Сумма		74,1%

Таблица 2

Необязательные элементы в соревновательной композиции по эстетической гимнастике

№	Наименование	Необязательные элементы, содержание в соревновательной композиции в %
1	Ритмические шаги	10,1%
2	Акробатика и полуакробатика	5,4%
3	Движения тела и рук	6,6%
4	Движения ног	3,8%
	Сумма	25,9%

К движениям тела в эстетической гимнастике относят различные волны, взмахи, изгибы, расслабления и сжатия, наклоны и выпады. Для хорошего выполнения элементов и движений необходима гибкость, скорость, сила, прыгучесть, координация и вестибулярная устойчивость [8]. Также важной частью исполнения элементов у гимнасток в эстетической гимнастике является дыхание. Каждый элемент сопровождается вдохом и выдохом. Специфика дыхания во время выполнения движений телом очень сложная. Гимнастки обучаются ей уже с малых лет, с самого начала своих тренировок. Помимо этого, эстетическая гимнастика является командным видом спорта, в котором особенно значимы командная работа и единство. В эстетической гимнастике особую роль играет хореография. Хореография начинается у гимнасток с юных лет, включается в процесс тренировки и сопровождает всю спортивную карьеру. Хореография выполняет функцию равномерного развития всех групп мышц, обучает правильному дыханию, вырабатывает осанку, контролирует мимику [9]. Также в эстетической гимнастике тренеры прибегают к помощи педагогов по актерскому мастерству. Настоящие педагоги-актеры, актеры театра и кино помогают спортсменкам лучше прочувствовать свою роль в танце и тем самым добиться исполнения танца как маленького театрального представления.

Применение музыкального сопровождения на занятиях хореографией дает возможность с раннего детства приучить гимнасток слушать и понимать музыку, понимать чувство ритма и темпа, сочетать с ней свои движения [9].

Стоит отметить, что занятия и тренировки по эстетической гимнастике очень разнообразны, они не только интересны для спортсменок, но и позволяют улучшить работу сердечно-сосудистой и дыхательной системы организма [10].

Эстетическая гимнастика очень похожа на художественную гимнастику и многие их путают, так как не знакомы с этим молодым видом спорта. Однако различия весьма ощутимы, так как в эстетической гимнастике нет предмета и это только командный вид спорта, тут нет индивидуальных выступлений. Также весьма значимая особенность эстетической гимнастики заключается в том, что здесь не требуется высокой амплитуды движений, критической гибкости или силовых качеств. Все движения направлены на естественность, а это значит, что этот вид спорта более безопасен для детского организма и женского здоровья в целом. В последние годы эстетическая гимнастика держит лидерство на мировой соревновательной арене, активно развивается в регионах страны и ближнего зарубежья. Открываются новые федерации, новые спортивные клубы, тренеры профессионально обучаются и квалифицируются. Несмотря на свою молодость и благодаря доступности эстетическая гимнастика с каждым годом завоевывает любовь и привлекает молодое поколение.

В ходе исследования были опрошены девочки и девушки, учащиеся 1–11 классов в общеобразовательных учреждениях. Всего было опрошено 450 девочек и девушек в возрасте от 7 до 17 лет. Результаты опроса представлены в табл. 3.

В результате опроса можно отметить, что учащиеся младших классов, девочки 1–4 классов, профессионально занимаются различным спортом – 79%, ради личного интереса и здоровья – 12%, не занимаются ни спортом, ни танцами – 9%. Знакомы с эстетической гимнастикой 69% девочек. Хотят заниматься эстетической гимнастикой ради личного интереса – 18%, профессионально – 78%, не хотят заниматься – 4%.

Учащиеся средних классов, девочки 5–8 классов, профессионально занимаются различным спортом – 66%, ради личного интереса и здоровья – 25%, не занимаются ни спортом, ни танцами – 9%. Знакомы с эстетической гимнастикой – 57% девочек. Хотят заниматься эстетической гимнастикой ради личного интереса – 20%, профессионально – 69%, не хотят заниматься – 11%.

Таблица 3

Результаты опроса учащихся в общеобразовательных школах (с 1 по 11 классы)

№	Вопросы	1–4 классы	5–8 классы	9–11 классы
1	Занимаетесь ли вы каким-либо видом спорта профессионально?	79%	66%	24%
2	Занимаетесь ли вы спортом или танцами для своего здоровья?	12%	25%	45%
3	Знакомы ли вы с эстетической гимнастикой?	69%	57%	56%
4	Хотели бы вы заниматься эстетической гимнастикой ради личного интереса?	18%	20%	34%
5	Хотели бы вы заниматься эстетической гимнастикой профессионально?	78%	69%	53%

Учащиеся старших классов, девушки 9–11 классов, профессионально занимаются различным спортом – 24%, ради личного интереса и здоровья – 45%, не занимаются ни спортом, ни танцами – 31%. Знакомы с эстетической гимнастикой 56% девушек. Хотят заниматься эстетической гимнастикой ради личного интереса – 34%, профессионально – 53%, не хотят заниматься – 13%.

Заключение

Эстетическая гимнастика – очень молодой вид спорта; во многих уголках нашей страны она или еще только развивается, или никому не известна и еще не открыла свои двери для юных спортсменок. Но тем не менее уже сейчас можно отметить возрастающую с каждым годом популярность этетической гимнастики и ее большую перспективу как самостоятельного вида спорта.

Главная особенность эстетической гимнастики – это показать через движения тела характер, мысль, красоту, чувства. Для спортсменок важно иметь хореографическую подготовку, артистичность, музыкальный слух и чувство партнера. Регулярные тренировки оттачивают исполнение каждого элемента, отрабатывают абсолютное единение с музыкой.

По результатам опроса можно отметить, что эстетическая гимнастика популярна и имеет большой спрос и интерес среди девочек младшего школьного возраста, а именно с 1 по 4 классы и составляет 78%, среди учащихся средних классов, девочек 5–8 классов, интерес к профессиональному занятию эстетической гимнастикой составляет 69%, среди учащихся старших классов, девушек 9–11 классы – 53%.

Очень важно ориентировать как родителей, так и их детей, занимающихся эстетической гимнастикой, на формирование определенных взглядов и правильного отношения к данному виду спорта и рассматривать занятия эстетической гимнастикой как первые шаги к профессиональному спорту.

Список литературы

1. Вишнякова С.В., Исаева А.И. Эстетическая гимнастика – новое направление в гимнастическом спорте. Волгоград: ВГАФК, 2017. 65 с.

2. Вишнякова С.В., Исаева А.И. Эстетическая гимнастика: учебное пособие. Волгоград: ВГАФК, 2019. 124 с.

3. Вишнякова С.В., Шмадченко В.А., Крайняя Е.С., Троицкая М.Е., Шкребтиенко М.Э. Эстетическая гимнастика. Как повысить популярность вида спорта [Электронный ресурс]. URL: http://vgafk.ru/ download /autoreferats/ Esteticheskaya-gimnastikaKak-povysit-populyarnost-vida-sporta-1.doc (дата обращения: 24.07.2021).

4. Дегтярева Д.И., Турчина Е.В., Прописнова Е.П. Структура комплексов физических упражнений, основанных на средствах фитнес-аэробики, применяемых в процессе занятий в вузе по дисциплине «Физическая культура» // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 1. № 11. С. 24–27.

5. Ильина Е. Воспитание искусством // Искусство в школе. 2019. № 1. С. 13–15.

6. Карпенко Л.А., Румба О.Г. Актуальные аспекты развития эстетической гимнастики // Информационный вестник. 2018. № 2. С. 55–59.

7. Латышев Н.Е. Физическая культура. СПб.: Питер, 2017. 145 с.

8. Морозова Л.П., Ночевная П.В. Методика проведения занятий по эстетической гимнастике: учебно-методическое пособие. М., 2016. 114 с.

9. Плеханова М.Э. Эстетические аспекты спортивно-технического мастерства в сложно координационных видах спорта (художественной, спортивной, эстетической, аэробической гимнастике) (теоретические и методические аспекты). М.: ВНИИФК, 2016. 38 с.

10. Фомина Н.А., Максимова С.Ю., Прописнова Е.П. Музыкально-двигательное физическое воспитание дошкольников: монография. Волгоград: изд-во «Учитель», 2016. 238 с.

УДК 373.2:372.8

ПРОДУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЯЗЫКОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ

Ефимова О.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова», Ульяновск, e-mail: olga65-25-10@mail.ru

Исследование посвящено проблеме формирования языковой компетентности детей старшего дошкольного возраста. Отмечено, что развитие личности дошкольника, его успешность на этапе школьного обучения и в будущей профессиональной деятельности во многом зависят от того, насколько в дошкольном возрасте сформировались основы познавательной деятельности, коммуникативные способности, речевые умения. Определяющим показателем успешности освоения программы дошкольного образования является уровень речевого развития, а именно овладение детьми различными типами связного высказывания: знание и умение не просто ориентироваться в особенностях построения текстов, различных по структурно-языковым характеристикам, но умение применять эти знания и умения в различных ситуациях коммуникативного взаимодействия: составлять высказывания в зависимости от ситуации, отбирая для этого необходимые языковые средства и правильно их комбинируя для обеспечения полноты передачи информации, проявляя при этом творчество и самостоятельность. Это позволяет говорить о том, что уровень речевого развития дошкольников на этапе перехода на новую ступень образования может определяться как сформированная языковая компетентность. Сделан вывод о том, что для полноценного овладения старшими дошкольниками языковой компетентностью необходимо использование продуктивных методов обучения.

Ключевые слова: компетентность, языковая компетентность, языковая личность, условия развития языковой личности, репродуктивные методы обучения, продуктивные методы обучения, условия формирования языковой компетентности

FORMATION OF LANGUAGE COMPETENCE IN THE ASPECT OF PERSONALITY DEVELOPMENT OF SENIOR PRESCHOOLERS

Efimova O.V.

Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk, e-mail: olga65-25-10@mail.ru

The study is devoted to the problem of the formation of language competence in older preschool children. It is noted that the development of a preschooler's personality, his success at the stage of school education and in future professional activity largely depends on how much the foundations of cognitive activity, communication skills, and speech skills have been formed in the preschool age. The defining indicator of the success of mastering the preschool education program is the level of speech development, namely, the mastery by children of various types of coherent utterance: knowledge and ability not only to navigate in the peculiarities of constructing texts of different structural and linguistic characteristics, but the ability to apply this knowledge and skills in various situations of communicative interaction : compose statements depending on the situation, selecting, for this, the necessary language means and correctly combining them to ensure the completeness of the transfer of information, while showing creativity and independence. This allows us to say that the level of speech development of preschoolers at the stage of transition to a new stage of education can be defined as formed language competence. It is concluded that for the full-fledged mastering of language competence by older preschoolers, it is necessary to use productive teaching methods.

Keywords: competence, linguistic competence, linguistic personality, conditions for the development of a linguistic personality, reproductive teaching methods, productive teaching methods, conditions for the formation of linguistic competence

Современное общество требует от подрастающего поколения умений быстро реагировать на изменяющиеся социальные условия, уметь ориентироваться в лавинообразном потоке текстовой информации, владеть навыками составления различных по типологии и принадлежности текстов. Основы будущей взрослой жизни закладываются в дошкольном возрасте. Именно поэтому на этапе дошкольного обучения необходимо создавать условия для личностного развития ребенка его инициативы и творческих способностей: формировать познавательные интересы и познавательные действия, инициативу и творческие способности детей в различных видах деятельности. Чрезвычайно значимым является овладение дошкольниками языком как средством общения, как предпосылкой обучения грамоте [1].

Овладение языковыми нормами, функциональными стилями, а также осознание языковых явлений составляет суть *языковой компетентности*. При этом «*компетентность*» понимается как освоенное умение при глубоком знании предмета [2]. Уровень сформированности языковой компетентности определяется не просто овладением ребенком знаниями лексических, грамматических, текстуальных моделей родного

языка, но способностью оперировать ими в различных речевых ситуациях. Только личность, обладающая определенными языковыми умениями, способная продуцировать собственные тексты, точно отражающие действительность и имеющие различную структурно-языковую сложность, может считаться истинно *языковой личностью* (Ю.Н. Караулов). «Языковая личность» может быть представлена вербально-семантическим, отражающим степень владения обыденным языком, когнитивным, на котором происходит актуализация и идентификация релевантных знаний и представлений, присущих языковой личности и создающих коллективное и (или) индивидуальное когнитивное пространство, и прагматическим, который включает в себя выявление и характеристику мотивов и целей, движущих развитием языковой личности уровнями [3].

Вопросы формирования языковой компетентности в различных аспектах и на разных уровнях образования рассматриваются в исследованиях Е.Д. Божович – на этапе школьного обучения [4]; М.В. Дружининой, Е.Ю. Ждановой – в аспекте лингвистической подготовки студентов [5; 6]. Вопросы формирования осознанных представлений о языке по отношению к детям дошкольного возраста впервые были поставлены Ф.А. Сохиным и развиты в работах его учеников. Так, О.С. Ушакова, Н.Г. Смольникова, Е.А. Смирнова рассматривают возможности формирования языковой компетентности дошкольников при ознакомлении их с особенностями повествовательного текста [7–9], И.А. Галкина – на материале контаминированных текстов [10]. Однако способы решения проблемы формирования языковой компетентности дошкольников в других аспектах овладения языком требуют уточнения и изучения.

Основной задачей дошкольного образования является всестороннее развитие личности ребенка, что невозможно без полноценного речевого развития. Для формирования речевых умений и навыков дошкольников используются различные методы и приемы. Среди многочисленных классификаций методов выделим деление на репродуктивные и продуктивные [11]. Суть репродуктивных методов сводится к формированию у детей умений воспроизведения готовых образцов речи. В противоположность репродуктивным продуктивные методы направлены на формирование умений построения собственных высказываний на основе элементарных представлений о типах высказываний (описание, повествование, рассуждение) и особенностях оформления каждого из них. Именно это объясняет тот факт, что для формирования языковой компетентности наиболее предпочтительно использование именно продуктивных методов.

Цель исследования – определение педагогических условий формирования языковой компетентности детей старшего дошкольного возраста.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели и решения задач исследования использовались теоретические (анализ и обобщение научной литературы по исследуемой проблеме, сравнение, метод педагогического моделирования, анализ ФГОС ДОО, программ, реализуемых в ДОУ) и эмпирические (педагогический эксперимент, динамическое наблюдение в процессе опытного обучения) методы.

Анализ программ и практики дошкольного образования показал, что преобладающими в работе по речевому развитию дошкольников являются репродуктивные методы и приемы, такие как пересказ, образец речи взрослого; отраженная речь; вопросы наставника; опорные схемы-модели и др. Такие приемы не способствуют формированию опыта самостоятельного решения познавательных и коммуникативных задач. При построении высказываний дети пользуются стереотипной схемой, а их самостоятельные высказывания изобилуют ошибками, как в последовательности передачи мысли, так и в оформлении мысли средствами языка. При этом детям старшего дошкольного возраста доступно осознание логико-композиционных особенностей построения текстов. Уровень овладения лексическими и грамматическими средствами позволяет детям довольно содержательно и последовательно составлять связные высказывания. В этом нам видится *противоречие* между возросшими требованиями современного общества к уровню владения языком и недостаточным вниманием к вопросам формирования языковой компетентности детей старшего дошкольного возраста; признанием необходимости развития активной творческой личности и преобладанием репродуктивных приемов работы по развитию связной речи в массовой практике. Репродуктивные методы обучения необходимы на начальных этапах обучения, для приобретения детьми той необходимой суммы знаний, без которой невозможен дальнейший творческий процесс [12]. Однако репродуктивная деятельность соотносится с самым низким уровнем проявления самостоятельности [13]. Продуктивные методы направлены на разви-

тие навыков планирования высказывания, отбора наиболее эффективных языковых средств, самоанализа и контроля собственного речевого продукта [14]. Данный аспект доказывает актуальность решения вопроса использования продуктивных методов формирования языковой компетентности старших дошкольников

При решении вопроса формирования языковой компетентности старших дошкольников на основе продуктивных методов обучения следует учитывать объективные и субъективные моменты. Объективные – связаны с созданием определенных педагогических условий, направленных на формирование познавательного интереса обучающегося к изучению программного материала. Субъективные – способствуют развитию личностных качеств ребенка (память, уровень мышления, способность к восприятию и т.д.).

Определяя педагогические условия формирования языковой компетентности старших дошкольников при создании монологического высказывания, в проведенном исследовании мы пришли к выводу, что наиболее важно:

– соблюдение поэтапности обучения – от создания у детей мотивации к сочинению – к развитию умения планировать высказывание, выбирать языковые средства в соответствии с типом высказывания – к оформлению высказывания;

– использование разнообразных подходов: *компетентностного*, способствующего формированию у детей элементарных языковых представлений при решении коммуникативных задач; *деятельностного*, предполагающего такую организацию образовательного процесса, в которой главное место отводится в максимальной степени активной, разносторонней и самостоятельной деятельности детей; *системного*, обеспечивающего единство целей, задач обучения; *личностно-ориентированного*, позволяющего обеспечить самопознание и саморазвитие каждого ребенка как неповторимой индивидуальности; *аксиологического*, обладающего мотивирующей функцией, ориентированного на общечеловеческие ценности.

Анализ научной литературы по проблеме исследования и результаты исследования, проведенного в дошкольных образовательных организациях г. Ульяновска, Ульяновской области, г. Краснодара (всего в эксперименте приняло участие 250 человек: педагоги ДОУ, дети старшего дошкольного возраста, их родители), позволили определить языковую компетентность детей старшего дошкольного возраста как часть коммуникативной компетентности и рассматривать ее в качестве условия полноценного создания детьми разных типов высказываний. Особое внимание уделялось обучению описанию. Именно «описание», на наш взгляд, обладает необходимым потенциалом не только для речевого развития детей, но и для развития их творческих способностей и личности в целом. Для составления описания ребенку необходимо обладать: умениями наблюдать, анализировать, выделять главное и второстепенное в характеристиках объекта или явления; программировать и воспроизводить запрограммированный текст с учетом его структурных особенностей.

Поэтапность формирования языковой компетентности старших дошкольников обеспечивалась:

1. *Созданием мотивации для описания объектов* через игровые проблемные ситуации (дать объявление о пропаже собаки, любимой игрушки, сделать комплимент маме, бабушке, занимательные аналогии и т.д.), что позволяло создать условия для увлеченности детей, их умственной напряженности, ситуации успеха.

2. *Развитием умений наблюдать, выделять и характеризовать признаки объекта и планировать будущее речевое высказывание* при формировании вербальной системы понятий и образной системы предметных значений через: чувственное восприятие объекта (зрительное, тактильное), путем предъявления разного рода схем, служащих опорами (планом) описания.

3. На этапе реализации знаний и умений *отбирать языковые средства и грамматически правильно оформлять речевое высказывание описательного типа* на основе развития всех компонентов речевой системы, во взаимосвязи с ознакомлением с особенностями описания, как типа текста, формированием осознанного контроля за собственной речью. С этой целью проводилась работа по расширению словаря существительных и прилагательных и активизация использования их в речи (упражнения «Скажи какой?», «Что есть?», «Назови части» и проч.), развитию грамматического строя речи: умение согласовывать существительные и прилагательные в роде и числе для передачи определительных отношений, между компонентами описания, употреблять конструкции с предлогами «у», «на», «за» (упражнения «Кто – где?», «Что изменилось?», «Подбери определения» и проч.), воспитанию звуковой культуры речи: четкое проговаривание звуков родного языка, интонационное оформление высказывания, использование интонации перечисления, характерной для описательного

текста (упражнения «Продолжи предложение: у медведя…», «Закончи фразу» и проч.).

Для формирования осознанных представлений об описании как типе речи использовались такие приемы, как сравнение текстов разных типов, анализ художественных описаний. У дошкольников вырабатывались умения определять тему описания, выделять признаки объекта, давая им характеристику. Для этого использовались упражнения «Озаглавь описание», «Выбери название из трех предложенных», «Определи, почему это название не подходит». Для ознакомления со структурой описания детям предлагалось дополнить описание, восстановить последовательность его частей. Детям следовало сравнить проанализировать два текста – полный и неполный, деформированный и недеформированный. Затем с использованием наводящих вопросов («Какой части описания не хватает?», «Все ли понятно?») предлагалось самостоятельно восстановить пропущенные фрагменты или деформированный текст.

Результаты исследования и их обсуждение

Возрастные особенности речи детей дошкольного возраста характеризуются нехваткой языковых средств (недостаточность индивидуального лексикона), трудностями планирования высказывания и его конструирования, недостаточным умением отражать определительные, временные и причинно-следственные связи в разных типах текстов. Это ограничивает коммуникативные и познавательные возможности дошкольников. Обобщение опыта практической деятельности позволяет сделать вывод о том, что старшим дошкольникам доступно осознание особенностей логико-композиционного построения текстов. Достаточный уровень владения лексическими и грамматическими средствами позволяет детям довольно содержательно и последовательно составлять связные высказывания. Использование преимущественно репродуктивных методов приводит к интуитивному усвоению детьми образцов речи, не способствует формированию у дошкольников осознанности при построении собственных высказываний. Это приводит к тому, что высказывания детей изобилуют ошибками, как в последовательности передачи мысли, так и в оформлении мысли средствами языка

Это подтверждает необходимость целенаправленной работы по формированию у дошкольников языковой компетентности, т.е. развития у данной категории детей навыков коммуникативного взаимодействия на основе овладения ими нормами родного языка, знаниями его лексических, грамматических, текстуальных моделей, а также способностью оперировать ими в различных речевых ситуациях.

Языковая компетентность может рассматриваться как часть коммуникативной компетентности и как одно из условий овладения детьми навыками самостоятельного создания разных типов высказываний, что способствует не только речевому, но и личностному развитию детей. Формирование языковой компетентности детей старшего дошкольного возраста может быть реализовано в процессе обучения их описательной речи. Формирование элементарных представлений об особенностях описательного типа речи позволяет сформировать у дошкольников осознанность выполнения речевых действий при составлении текста данного типа и, как следствие, способствует более качественному овладению дошкольниками умением описывать объекты, явления.

Педагогические условия, предполагающие поэтапное – от создания мотивации к описанию, к развитию умения планирования высказывания до его реализации – обеспечат успешность формирования языковой компетентности старших дошкольников.

Заключение

В ходе исследования определены педагогические условия, способствующие формированию языковой компетентности детей старшего дошкольного возраста в процессе обучения описательной речи: овладение лексическими, грамматическими и интонационными средствами, характерными для описательного текста, понимание алгоритма составления описания, его структуры, типологических и стилистических особенностей.

Использование продуктивных методов формирования языковой компетентности способствует не только речевому, но и личностному развитию детей. Повышению познавательной и творческой активности, формированию самоконтроля над собственной речью, собственными высказываниями.

Формирование языковой компетентности детей старшего дошкольного возраста может быть реализовано в процессе обучения описательной речи. Формирование элементарных представлений об особенностях описательного типа речи позволяет сформировать у дошкольников осознанность выполнения речевых действий при составлении текста данного типа и, как следствие, способствует более качественному овладению дошкольниками умением описывать объекты, явления.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 17 октября 2013 г. № 1155). [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70412244/ (дата обращения: 28.06.2021).

2. Ландшеер В. Концепция «минимальной компетентности» // Перспективы: Вопросы образования. 1988. № 1. С. 27–34.

3. Караулов Ю.Н. Русский язык и языковая личность. М.: Изд-во ЛКИ, 2010. 264 с

4. Божович Е.Д. Структура, динамика и механизмы развития языковой компетенции школьников // Психологическая наука и образование psyedu.ru. 2013. № 5. [Электронный ресурс]. URL: https://psyjournals.ru/files/66894/05_Bozovich_psyedu_5_2013.pdf (дата обращения: 28.06.2021).

5. Дружинина М.В., Дергаева С.С., Найденова И.Н. Проблема дидактического обеспечения формирования языковой компетентности у студентов университета // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2011. № 5. С. 123–128.

6. Жданова Е.Ю. Языковая компетентность как основа самостоятельной научно-исследовательской работы студентов // Вектор науки ТГУ. 2015. № 2 (32–1). С. 161–165.

7. Ушакова О.С. Развитие речи в дошкольном детстве как педагогическая проблема // Педагогическое образование в России. 2011. № 12. С. 5–13.

8. Смольникова Н.Г. Развитие связной речи детей старшего дошкольного возраста // Педагогическое образование в России. 2011. № 12. С. 21–24.

9. Смирнова Е.А. Формирование коммуникативной компетенции личности в системе непрерывного образования // Педагогическое образование в России. 2011. № 12. С. 13–17.

10. Галкина И.А. Технология формирования коммуникативной деятельности на основе построения разных типов текста в условиях «Детский сад – открытая система» // Вектор науки ТГУ. серия: педагогика, психология. 2012. № 4 (11). С. 63–65.

11. Основы дошкольной педагогики / Под ред. А.В. Запорожца, Т.А. Марковой. М.: «Педагогика», 1980. 272 с.

12. Грешных А.А., Рева Ю.В., Яхонтова О.Н. Применение методов проблемного обучения в преподавании учебных дисциплин // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 4. С. 207–210.

13. Негматова М.М. Методы, приёмы и принципы обучения речевой деятельности // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Гуманитарные науки. 2016. № 2 (47). С. 254–258.

14. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика, 1981. 185 с.

УДК 378.1:808.5

ТИПИЧНЫЕ НАРУШЕНИЯ ЛЕКСИЧЕСКИХ НОРМ СОТРУДНИКАМИ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Зорина В.В.

ФГКОУВО «Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации», Красноярск, e-mail: victoria69@inbox.ru

Соблюдение языковых норм – это обязательное условие профессиональной речевой культуры сотрудника правоохранительных органов. Сотрудника полиции отличают такие качества, как образованность, мастерство, профессиональный опыт, моральная зрелость, примерное поведение, языковая культура. Данная статья посвящена актуальной проблеме владения сотрудниками правоохранительных органов лексическими нормами языка. В качестве типичных лексических ошибок, допускаемых сотрудниками правоохранительных органов, выделяют, например, неверное употребление терминов, неоправданное использование иностранных слов, архаизмов, смешение паронимов. В статье представлены результаты выявления типичных лексических ошибок сотрудников правоохранительных органов, обучающихся на факультете профессиональной подготовки юридического вуза. Выявлены ошибки в употреблении устойчивых словосочетаний («значение играет» вместо «значение имеет»), паронимов («игральный фильм», «корневые изменения»), примеры лексической избыточности («пинали ногами», «мертвый труп»). Полученные данные возможно учитывать при планировании занятий по дисциплине «Русский язык в деловой документации. Культура речи», предусматривающих изучение лексических норм. Подчеркнем, что представленное исследование необходимо рассматривать как попытку выявления типичных нарушений лексических норм сотрудниками правоохранительных органов. Лингвометодические проблемы, связанные с владением сотрудниками правоохранительных органов языковыми нормами, в том числе и лексическими, являются достаточно объемными и требуют дальнейшего глубокого рассмотрения.

Ключевые слова: нормы языка, лексические нормы, лексические ошибки, лексическая избыточность, устойчивые словосочетания, сотрудники правоохранительных органов, обучающиеся факультета профессиональной подготовки, юридический вуз

TYPICAL VIOLATIONS OF LEXICAL NORMS BY LAW ENFORCEMENT OFFICERS AS A SUBJECT OF RESEARCH

Zorina V.V.

Siberian Law Institute of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Krasnoyarsk, e-mail: victoria69@inbox.ru

Compliance with language norms is a prerequisite for the professional speech culture of a police officer. A police officer is distinguished by such qualities as education, skill, professional experience, moral maturity, exemplary behavior, and language culture. This article is devoted to the actual problem of possession by law enforcement officers of lexical norms of the language. Typical lexical mistakes made by law enforcement officers are, for example, incorrect use of terms, unjustified use of foreign words, archaisms, mixing of paronyms. The article presents the results of identifying typical lexical errors of law enforcement officers studying at the faculty of professional training of a law university. Errors in the use of stable phrases («meaning plays» instead of «meaning has»), paronyms («playing film», «root changes»), examples of lexical redundancy («kicked with their feet», «dead corpse») were revealed. The obtained data can be taken into account when planning classes on the discipline «Russian language in business documentation. Culture of speech», providing for the study of lexical norms. We emphasize that the presented study should be considered as an attempt to identify typical violations of lexical norms by law enforcement officers. The linguistic and methodological problems associated with the possession of language norms by law enforcement officers, including lexical ones, are quite voluminous and require further in-depth consideration.

Keywords: language norms, lexical norms, lexical errors, lexical redundancy, stable phrases, law enforcement officers, students of the faculty of professional training, law school

Владение нормами современного русского литературного языка – важнейший показатель квалификации сотрудника правоохранительных органов, деятельность которого реализуется в межличностном общении. В современных публикациях подчеркивается, что «образ сотрудника полиции должен быть сформирован с учетом таких качеств, как образованность, мастерство, профессиональный опыт, моральная зрелость, примерное поведение, языковая культура» [1, с. 24].

Актуальность проблемы владения языковыми нормами сотрудниками правоохранительных органов отражена в работах М.С. Баликовой, Ю.А. Воронцовой, О.В. Вороничевой, С.В. Калашниковой, Т.С. Каримовой, Е.А. Липиной, Ю.Р. Перепелицыной, Н.А. Седуновой, Е.Ю. Хорошко, М.А. Шуленковой и др. Авторы указывают на следующее: «Важнейшим профессиональным качеством для сотрудников полиции является речевая культура, характеризующаяся способностью отбирать и использовать оптимальные языковые средства в каждой конкретной ситуации правотворчества и правоприменения» [2, с. 74]; «...знание норм современного русского литературного языка

необходимо для полноценного общения, адекватного восприятия ситуации, а также является свидетельством внутренней культуры сотрудника правоохранительных органов» [3, с. 73] и т.д.

Исследователи едины в том, что «... владение культурой речи в ее нормативном аспекте коррелирует с лингвистической компетенцией профессионального общения» [4, с. 122]; «...нормированная речь служит показателем высокой образованности и культуры ее обладателя» [5, с. 82].

При этом актуальный уровень владения языковыми нормами сотрудниками правоохранительных органов, как констатируется в работах, является достаточно низким. Например, речь сотрудников полиции «... лишена точности, логичности, чистоты, в высказываниях встречаются нарушения этикетных норм» [6, с. 144]. Такое «...речевое общение в условиях отклонения от нормы литературного языка искажает содержание юридически значимой информации, затрудняет профессиональное общение специалиста правоохранительной сферы деятельности, оказывает негативное влияние на суть изложенного» [7, с. 58].

Приведены примеры речевых ошибок сотрудников МВД на морфологическом, лексическом, пунктуационном, синтаксическом уровнях [1, 2, 8, 7]. Так, например, на синтаксическом уровне: «... документов, предоставленных в обоснование своих требований» (предлог «в» должен быть заменен на предлог «для») [1, с. 23]. Зафиксированы орфоэпические (акцентологические и произносительные) ошибки (*дОговор, домовАя (книга), дОсуг, жизнеобеспечЕние, закрЕпит, истЁкший (период), квАртал, мотивирОванный, облЕгчить* и др.); грамматико-морфологические (неправильное образование грамматических форм слов) ошибки (*инспекторА, рапортА, китеЛя, договорА, более ВОСЕМЬсот, вне Него, ихНИЙ* и др.) [7, с. 59]; нарушение норм склонения числительных («*штраф от пять тысяч пятьсот рублей*» (верно: «*штраф от пяти тысяч пятисот рублей*») [2, с. 76] и т.д.

В качестве типичных лексических ошибок, допускаемых сотрудниками правоохранительных органов, выделяют, например, неверное употребление терминов, неоправданное использование иностранных слов, архаизмов, смешение паронимов [8, с. 2].

Приведем конкретные примеры нарушения лексических норм сотрудниками полиции: «*нарушение законных прав и интересов*» (правильно: «*нарушение прав и законных интересов*»), «*нам нанесли обиду*» (правильно: «*нас обидели*») [2, с. 76]; «*постановление вступает в законную силу со дня его принятия*» (нормативные варианты «*приобрести законную силу*» или «*обрести силу закона*», в зависимости от конкретного значения оборота) [1, с. 23]; примеры плеоназма и тавтологии (*адрес МЕСТОЖИТЕЛЬСТВА, май МЕСЯЦ, маршрут ДВИЖЕНИЯ, успеть ВОВРЕМЯ, юноша МОЛОДОЙ* и др. [7, с. 59], *пять тысяч рублей денежных средств, в январе месяце; несоразмерность размера начисленных процентов, доказывать вину бездоказательными доказательствами, налогообложение налогом* и др. [8, с. 2]); смешение паронимов («*Гражданин находился в общественном месте в состоянии алкогольного опьянения, о чем свидетельствовала шатающаяся походка и неопрятный вид*») [9, с. 44] и т.д.

В данной статье представлена попытка выявления типичных лексических ошибок сотрудников правоохранительных органов, обучающихся на факультете профессиональной подготовки СибЮИ МВД России.

Учебный план предусматривает изучение дисциплин как общепрофессионального («Основы уголовного права», «Основы уголовного процесса», «Основы административного права» и другие), так и профессионального цикла («Первая помощь», «Основы русского жестового языка», «Русский язык в деловой документации. Культура речи» и др.).

Тематический план дисциплины «Русский язык в деловой документации. Культура речи» включает следующие темы: «Культура речи сотрудников полиции России. Стилевая система современного русского языка», «Орфоэпические нормы», «Орфографические нормы», «Морфологические нормы», «Пунктуационные нормы», «Лексические нормы», «Синтаксические нормы», «Рекомендации по оформлению деловой документации». В настоящее время изучение данной дисциплины осуществляется в дистанционной форме. По каждой теме размещены теоретические и практические материалы. После самостоятельного изучения представленных материалов обучающимся необходимо выполнить тест и контрольные задания. При этом предлагается использовать словари и справочники (например, ресурсы справочно-информационного портала ГРАМОТА.РУ).

Материалы и методы исследования

По теме «Лексические нормы» слушателям предлагалось выполнить задания, предусматривающие редактирование предложений и выбор паронимов.

Задание 1. Исправьте в предложениях нарушения лексической сочетаемости и запишите исправленный вариант.

1) В спорте большое значение играет регулярная тренировка.

2) За успешную работу ему дали благодарность.

3) Телевидение сегодня имеет большое влияние на молодежь.

4) При приеме на работу большую роль имеет диплом об окончании института.

5) Соблюдать крепкую конспирацию.

6) Я поднимаю тост за своего друга.

7) Войдя в автобус, не забудьте оплатить за проезд.

Задание 2. Исправьте в предложениях лексические ошибки (тавтологию и плеоназм). Запишите предложения в исправленном виде.

1) После первого дебюта актриса стала получать предложения сниматься за границей.

2) Совместное сотрудничество помогает в работе.

3) Внутренний интерьер их квартиры вызвал недоумение.

4) В августе месяце мы закончим строительство.

5) Свидетель видел, что потерпевшего пинали ногами.

6) Свидетели дали показания около мертвого трупа.

7) На учебно-методическом сборе присутствовало 120 человек делегатов.

8) Ложный оговор соседа.

9) Вступительная преамбула доклада вызвала недоумение слушателей.

10) У выпускников театрального института состоялась первая премьера спектакля.

Задание 3. Выберите правильный вариант.

1) Эта доза яда может быть ... . (смертельной – смертной)

2) Вот ... профессором список литературы (рекомендательный – рекомендованный)

3) Вот брошюра, там есть... к поступающим в вузы (требования – требовательность)

4) Нам начинает надоедать ... режиссёра (излишнее требование – излишняя требовательность)

5) Суд присяжных вынес приговор: « ...!» (Виноват – Виновен – Повинен)

6) Я очень люблю ... танцы (медленные – медлительные)

7) У тебя есть ... деньги? (мелочные – мелкие)

8) Художественный фильм – это ... фильм (игральный – игорный – игровой)

9) Суд признал обвиняемого ... в совершении преступления (виноватым – виновным)

10) В жизни страны произошли ... изменения (коренные – корневые)

Рассмотрим результаты выполнения заданий 72 сотрудниками правоохранительных органов, обучающимися в трех группах факультета профессиональной подготовки СибЮИ МВД России. Период выполнения заданий: июнь-июль 2021 г., дистанционная форма обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

При выполнении первого задания выявлено следующее.

1) *В спорте большое значение играет регулярная тренировка*: 52% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «значение играет».

2) *За успешную работу ему дали благодарность*: 31% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «дали благодарность» вместо «объявили благодарность».

4) *При приеме на работу большую роль имеет диплом об окончании института*: 8% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «роль имеет» вместо «роль играет».

5) *Соблюдать крепкую конспирацию*: 4% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «крепкую конспирацию» вместо «строгую конспирацию».

7) *Войдя в автобус, не забудьте оплатить за проезд*: 10% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «оплатить за проезд» вместо «оплатить проезд».

Обучающиеся не допустили ошибки в следующих предложениях:

3) Телевидение сегодня имеет большое влияние на молодежь (верный ответ – «оказывает влияние»); 6) Я поднимаю тост за своего друга (верный ответ – «произношу тост»).

При выполнении второго задания выявлено следующее.

1) *После первого дебюта актриса стала получать предложения сниматься за границей*: 12% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «первый дебют».

3) *Внутренний интерьер их квартиры вызвал недоумение*: 8% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «внутренний интерьер»;

5) *Свидетель видел, что потерпевшего пинали ногами*: 41% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «пинать ногами»;

6) *Свидетели дали показания около мертвого трупа*: 36% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «мертвый труп»;

9) *Вступительная преамбула доклада вызвала недоумение слушателей: 36%* обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «вступительная преамбула»;

10) У выпускников театрального института состоялась первая премьера спектакля: 12% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «первая премьера».

Обучающиеся не допустили ошибок в следующих предложениях:

7) *На учебно-методическом сборе присутствовало 120 человек делегатов (верный ответ – «120 человек»* или *«120 делегатов»*);

8) *Ложный оговор соседа* (верный ответ – *«Оговор соседа»*);

2) *Совместное сотрудничество помогает в работе* (верный ответ – *«Сотрудничество помогает в работе»).*

При выполнении третьего задания выявлено следующее:

4) Нам начинает надоедать ... режиссёра (излишнее требование – излишняя требовательность): 33% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «излишнее требование»;

6) Я очень люблю ... танцы (медленные – медлительные): 9% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «медлительные танцы»;

7) У тебя есть ... деньги? (мелочные – мелкие): 4% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «мелочные деньги» вместо «мелкие деньги»»;

8) Художественный фильм – это ... фильм (игральный – игорный – игровой): 27% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «игральный фильм»» вместо «игровой фильм»;

10) В жизни страны произошли ... изменения (коренные – корневые): 17% обучающихся допустили ошибочное употребление сочетания «корневые изменения»» вместо «коренные изменения».

Обучающиеся не допустили ошибок в следующих предложениях:

1) Эта доза яда может быть ... (верный ответ – смертельной);

2) Вот ... профессором список литературы (верный ответ – рекомендованный);

3) Вот брошюра, там есть... к поступающим в вузы (верный ответ – требования);

5) Суд присяжных вынес приговор: « ...!» (верный ответ – Виновен);

9) Суд признал обвиняемого ... в совершении преступления (верный ответ – виновным).

Таким образом, к типичным лексическим ошибкам сотрудников правоохранительных органов, обучающихся на факультете профессиональной подготовки, отнесем:

1) ошибки в употреблении устойчивых словосочетаний («значение играет» вместо «значение имеет», «дали благодарность» вместо «объявили благодарность»);

2) лексическую избыточность («пинали ногами», «мертвый труп», «первая премьера», «вступительная преамбула»);

3) ошибки в употреблении паронимов («игральный фильм», «корневые изменения»).

Выводы

Итак, полученные результаты подтвердили актуальность проблемы владения сотрудниками правоохранительных органов языковыми нормами, в частности лексическими.

Каковы пути решения рассматриваемого вопроса? Совершенствование владения языковыми нормами возможно, как правило, при условии систематического выполнения упражнений. Разнообразные задания содержатся в пособиях по русскому языку и культуре речи, многочисленных публикациях. Так, например, представлен комплекс упражнений, разработанный с учетом практико-ориентированного подхода, основанного на интеграции русского языка и содержания дисциплин профильного уровня [7]. Автор представляет работу над овладением языковых норм следующим образом: «Сотрудники полиции знакомятся с различными видами текстов, отрабатывая навык отбора правильных речевых форм (декламируют стихи и цитируют прозу во внеаудиторное время, читают по ролям, моделируют текст документа, решают кейс-задачи практической направленности и т.д.» [7, с. 59].

С целью формирования понятия о лексических нормах предлагается использовать алгоритм работы с применением классических и активных методов: изложение и закрепление теоретического материала с помощью практических заданий; рассмотрение нарушений литературной нормы на примерах с указанием конкретного нарушения; поиск нарушений литературных норм, исправление и объяснение ошибки; самостоятельное составление текста служебного документа на основе заданных ситуативных задач [9, с. 45]. При этом автор использует объяснительно-иллюстративный, поисковый и продуктивный методы. Важными являются и соблюдение принципов представления практических заданий: от единицы к тексту; разный характер упражнений (подстановочный, трансформационный, вариативный, репродуктивный, продуктивный); цикличность работы с типичным языковым материалом; наличие контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы [9, с. 45].

Представленный методический материал требует, на наш взгляд, актуализации для дистанционного формата обучения.

Заключение

Итак, теоретическая и практическая значимость проведенного исследования заключается в следующем: подтверждена актуальность рассматриваемой проблемы; выявлены типичные лексические ошибки сотрудников правоохранительных органов, обучающихся на факультете профессиональной подготовки. Считаем, что полученные данные возможно учитывать при планировании занятий по дисциплине «Русский язык в деловой документации. Культура речи», предусматривающих изучение лексических норм.

Отметим, что представленное исследование необходимо рассматривать как попытку выявления типичных нарушений лексических норм сотрудниками правоохранительных органов. Подчеркнем, что лингвометодические проблемы, связанные с владением сотрудниками правоохранительных органов языковыми нормами, в том числе и лексическими, являются достаточно объемными и требуют дальнейшего глубокого рассмотрения.

Список литературы

1. Перепелицына Ю.Р., Седунова Н.А. Виды и причины возникновения речевых ошибок в речи сотрудников МВД // Всероссийский филологический форум. 2021. С. 21–25.

2. Воронцова Ю.А., Хорошко Е.Ю. Типичные ошибки в письменной речи сотрудников полиции // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2018. № 1 (72). С. 74–77.

3. Калашникова С.В. Некоторые аспекты речевой культуры сотрудников правоохранительных органов // Традиционная народная культура как действенное средство патриотического воспитания и формирования межнациональных отношений. 2018. С. 71–73.

4. Баликова М.С. Культура речи и её роль в профессиональном общении сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2019. Т. 12. № 7. С. 120–124.

5. Вороничева О.В. Речевая культура сотрудников правоохранительных органов // Правовая культура России: прошлое и настоящее. 2017. С. 82–86.

6. Каримова Т.С. Обучение сотрудников правоохранительных органов профессиональному речевому общению с учётом его особенностей на этапе прохождения первоначального обучения // Актуальные проблемы борьбы с преступлениями и иными правонарушениями. 2018. № 16–2. С. 144–145.

7. Шуленкова М.А. Совершенствование культуры речи сотрудника полиции в условиях образовательной организации системы МВД России // Вестник НЦБЖД. 2019. № 4. С. 56–62.

8. Каримова Т.С. Обучение письменной официально-деловой речи сотрудников правоохранительных органов в рамках профессионального обучения // Актуальные проблемы лингвистики и лингводидактики в образовательном процессе неязыковой образовательной. 2017. С. 58–63.

9. Липина Е.А. Проблемы письменной речи сотрудников полиции (нарушение лексических норм) // Правопорядок: история, теория, практика. 2016. № 2 (9). С. 42–45.

УДК 37.02:371

МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ДИАЛОГОВОГО ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕГО ЗВЕНА ПОСРЕДСТВОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Кузнецова А.Н.

НИУ «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: news@bsu.ru

Автором обосновывается актуальность исследуемой проблемы по формированию речевой коммуникации на примере вопросов, представленных в Государственной программе развития образования и науки Республики Казахстан на 2020–2025 гг. В работе рассматриваются педагогические приемы с точки зрения современных теорий диалогового обучения: проблемный диалог, исследовательская беседа в проектном диалоговом обучении, беседы-дебаты. Автором объясняется, что проблемный диалог как одна из педагогических технологий на современном этапе является наиболее перспективным направлением. Автором представлены типы диалогов, применяемых в проблемно-диалоговом обучении. Даны оценочные характеристики проблемных диалогов и обобщены полученные результаты участников формирующего и констатирующего эксперимента, дан отчет о проведении корреляционного анализа между уровнями смыслового развития обучающихся и их общим уровнем успеваемости. В работе сделан вывод: педагогические приемы, поэтапно применяемые в контексте урока-диалога, должны выводить учебный процесс на смысловой уровень, влиять на особенности ответа обучающегося, аргументированность ответа. Автором представлена модель организации диалогового обучения в контексте учебного задания, служащая алгоритмом проектирования педагогических приемов, используемых в формировании речевой компетентности обучающихся среднего звена общеобразовательных школ Казахстана.

Ключевые слова: диалоговое обучение, педагогические приемы, проблемный диалог, педагогическая технология, аргументированность ответа, модель, алгоритм применения

MODEL OF ORGANIZATION OF INTERMEDIATE LEARNING STUDENTS BY DESIGNING PEDAGOGICAL METHODS

Kuznetsova A.N.

SRU «Belgorod national research university», Belgorod, e-mail: news@bsu.ru

The author substantiates the relevance of the problem under study on the formation of speech communication on the example of the issues presented in the State Program for the Development of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2020-2025. The author examines pedagogical techniques from the point of view of modern theories of dialogue learning: problem dialogue, research conversation in project dialogue learning, conversation-debate. The author explains that problem dialogue as one of the pedagogical technologies is at the present stage the most promising in this direction. The author presents the types of dialogues used in problem-dialogic learning. The evaluative characteristics of problem dialogues are given and the results obtained by the participants in the formative and ascertaining experiment are summarized, a report is given in conducting a correlation analysis between the levels of semantic development of students and their general level of academic performance. The author concludes: pedagogical techniques, which are gradually applied in the context of a lesson-dialogue, should bring the educational process to the semantic level, influence the characteristics of the student's answer, the argumentation of the answer. The author presents a model of the organization of dialogue learning in the context of a study assignment, which serves as an algorithm for the design of pedagogical techniques involved in the formation of speech competence of middle-level students of secondary schools in Kazakhstan.

Keywords: dialogue learning, pedagogical techniques, problem dialogue, pedagogical technology, argumentation of the answer, model, application algorithm

На протяжении последнего десятилетия проблема развития определенных умений обучающихся общеобразовательных школ Казахстана становится все актуальнее, что объясняется множеством причин. Среди этих причин – запросы современного рынка труда по воспитанию будущих специалистов, которые должны обладать не только определенными профессиональными знаниями и умениями, но и развитыми коммуникативными навыками. Усложненные требования, предъявляемые к профессиональной подготовке будущих молодых специалистов, способных конкурировать в профессиональном развитии на международном уровне, предполагают развитое речевое взаимодействие. Именно в этих условиях становится актуальным создание новой модели образования в казахстанской школе, способной привить ценности казахстанской и мировой образовательных систем, которые позволят воспитать высокообразованную личность. В отечественной системе образования и науки, согласно Государственной программе развития образования и науки Республики Казахстан на 2020–2025 гг., имеется ряд актуальных вопросов, требующих решения, также в программе приведен анализ современного состояния подготовки педагогических кадров. Отдельно отмечается, что в содержании образовательных программ отсутствуют требования

к оценке базовых профессиональных компетентностей, преобладает только теоретическая подготовка. Поэтому оценка уровня грамотности и основных компетенций обучающихся среднего звена общеобразовательных школ Казахстана свидетельствует о значительном их отставании от учащихся многих стран мира. Именно речевая компетентность рассматривается Главой государства Касым-Жомартом Токаевым как интегральная характеристика, определяющая способность будущего молодого специалиста решать профессиональные проблемы, возникающие в реальных жизненных ситуациях и требующие незамедлительного решения, с использованием жизненного опыта. Оценка содержания педагогического подхода в общеобразовательных школах не отвечает ни требованиям работодателей, выражающим изменения на рынке труда, ни требованиям самих обучающихся среднего и старшего звена, стремящихся получить востребованные временем навыки, подкрепленные широкой базой знаний и умений. Указывается, что в общеобразовательных учебных заведениях не хватает устойчивых связей с потребителями образовательных услуг, в результате подготовка кадров осуществляется в отрыве от реальных запросов производства без учета формирования профессиональных и речевых компетентностей. И именно речевая компетентность указывается как основная.

Цель исследования:

1. Изучить педагогические условия формирования основных компетенций, в частности речевой компетентности [1].

2. Выделить группы педагогических приемов, позволяющих разворачивать диалог в учебной деятельности.

3. Изучить педагогические приемы, участвующие в развитии речевой компетентности обучающихся среднего звена.

4. Разработать и внедрить в практику модель формирования речевой компетентности обучающихся среднего звена общеобразовательных школ посредством диалогового обучения.

Материалы и методы исследования

В работе над статьей использовались различные методы психолого-педагогических исследований, такие как:

а) системный анализ научной литературы по педагогике и проблемам профессионального образования;

б) различные виды психолого-педагогических наблюдений (скрытых и открытых, непосредственных и опосредованных);

в) различные виды опросов (устных, письменных и с помощью анкет);

г) стандартизированные интервью и обстоятельные беседы с коллегами – учителями-предметниками;

д) анализ данных (количественно-качественный анализ), дополненный методами экспертных оценок, включенного наблюдения; констатирующий, формирующий и контрольный эксперимент продолжительностью четыре года (с 13.02.2017 г. по 25.10.2021 г.).

В научной литературе, в работах Н.В. Казариновой, А.А. Каскровой и Л.Х. Бадаловой [2–4, 14, 15, 26, 35] не раз подчеркивалось, что уникальность личности и свобода ее развития реализуются через взаимопонимание, общение и взаимодействие. Изучая педагогическое общение и его особенности, мы выделили несколько направлений, влияющих, по нашему мнению, на формирование речевой компетенции, необходимой, чтобы обучающиеся при поддержке учителей-предметников:

– проектировали и генерировали свои идеи;

– фантазировали с умом, согласно выбранной теме;

– критически мыслили;

– самостоятельно формировали свободно конструированный ответ, используя вербальное и невербальное общение.

Учитывая параметрические (минуты) и непараметрические (баллы) показатели сформированности развернутого свободно конструированного ответа, мы, приступая к исследованию, предполагали получить несколько иные результаты, а именно: при поддержке учителей дети должны были конструировать развернутый ответ сразу; но на практике, во время посещения уроков, были отмечены некоторые особенности. Ответы: развернутые и аргументированные, сформированы у учащихся, получивших большее время (5 мин) на обдумывание (рис. 1).

В начале исследования, учитывая достоверность различий по Спирмену, контрольные (КК) и экспериментальные (ЭК) классы были на одном уровне, но после использования диалогового обучения и поэтапного применения педагогических приемов, позволяющих разворачивать диалог в учебном контексте, ученики ЭК добились больших результатов; дети, которым учитель-предметник дал время на обдумывание и формирование ответа, получили 8 баллов. В дальнейшем, при усложнении проблемных вопросов при работе с текстами и повышении общего балла (10 баллов), мы учитывали это обстоятельство. Итак, при использовании разнообразных педагогических приемов (грамотность чтения

при подготовке к PISA [5], познавательно-проблемное изложение с элементами эссе, проблемное эссе с элементами рассуждения) в работе с реализацией диалогового обучения в учебном контексте мы выделили результаты учащихся, полученные в экспериментальных классах:

– активность на занятии, заинтересованность;

– осмысление содержания работы, ответа;

– аргументированность речи в свободно конструированном ответе;

– убедительность суждений при ответе, формирование аргумента, доказательной базы;

– композиционная цельность и логичность письменной и устной речи (высказывания);

– соблюдение речевых и стилистических норм при формировании устного или письменного текста;

– употребление в речи художественных приемов (риторических вопросов, метафор, сравнений и т.д.).

Все вышесказанное можно представить в виде следующей таблицы, учитывающей сравнительный анализ критериев при оценке коммуникативной (речевой) компетентности в суммарных непараметрических показателях (баллах) при участии 124 учащихся ЭК (табл. 1).

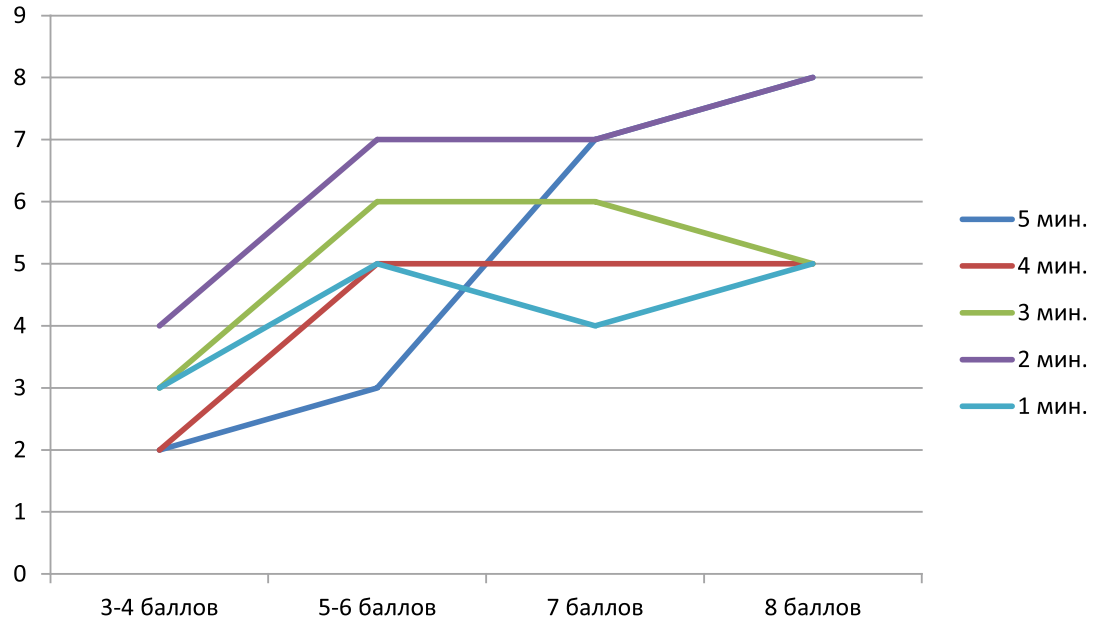


Рис. 1. Динамика изменения сформированности развернутых ответов в параметрических показателях (минутах) и в непараметрических показателях (баллах)

Таблица 1

Сравнительный анализ критериев при оценке коммуникативной (речевой) компетентности в непараметрических показателях (баллах) (суммарный показатель)

Всего 10 баллов	Начальный этап	Формирующий этап	Контрольный этап
Активность на занятии, заинтересованность (1 балл)	28	86	124
Осмысление содержания работы, ответа (1 балл)	62	72	124
Убедительность суждений при ответе, формирование аргумента (не менее 3 баллов), доказательной базы (3 балла)	45	100	203
Композиционная цельность и логичность письменной и устной речи (высказывания) (1 балл)	34	64	119
Соблюдение речевых и стилистических норм при формировании устного или письменного текста (2 балла)	64	100	220
Употребление в речи художественных приемов (риторических вопросов, метафор, сравнений) (2 балла)	49	102	221

На основе сравнительного анализа педагогических приемов мы разработали и внедрили в практику общеобразовательных школ Казахстана модель формирования речевой компетентности обучающихся среднего звена посредством применения педагогических технологий в диалоговом обучении (рис. 2).

В табл. 2 приведены рекомендации для учителей-предметников при применении диалогового обучения в контексте учебного занятия.

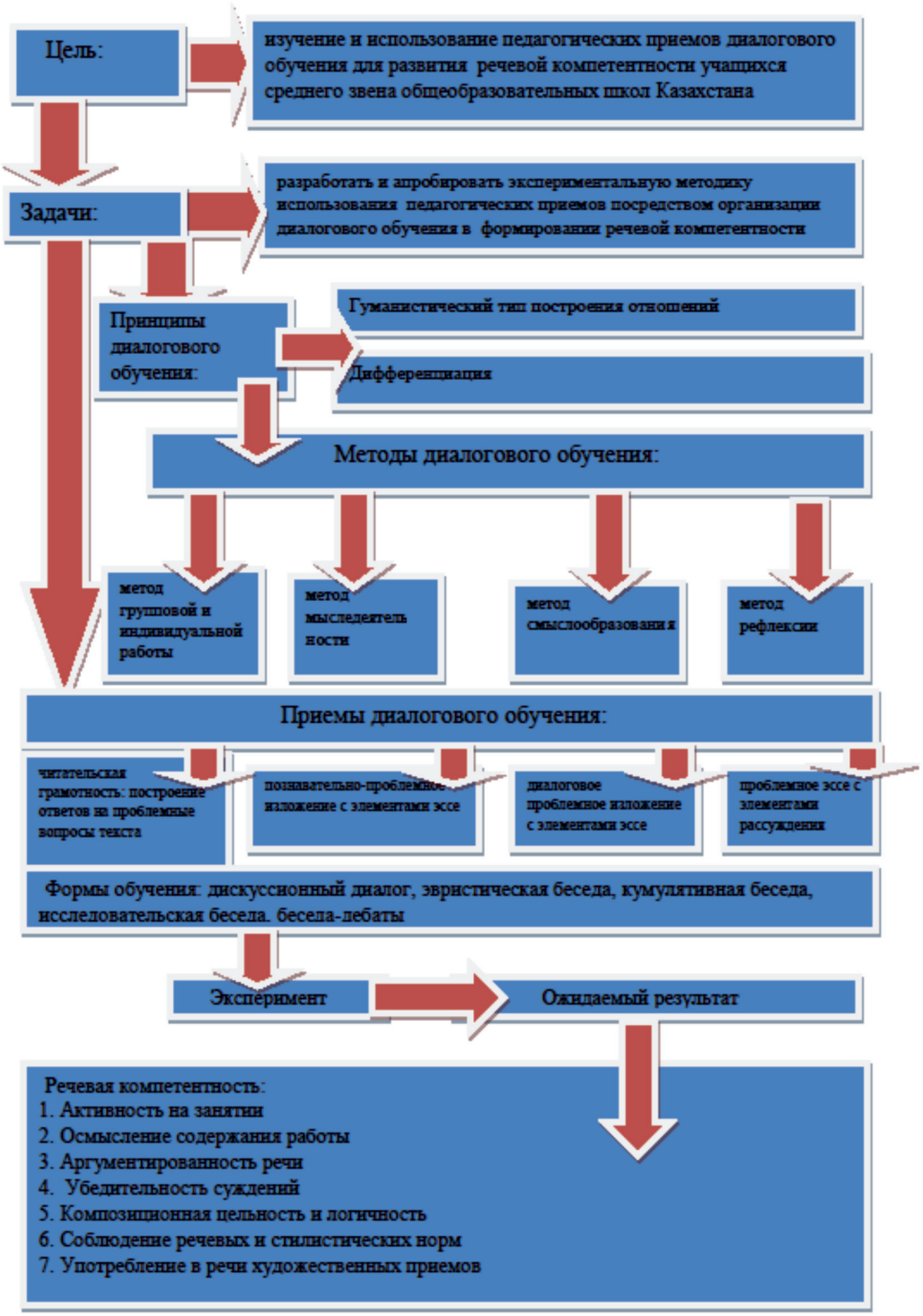


Рис. 2. Алгоритм модели диалогового обучения посредством проектирования педагогических приемов

Таблица 2

Рекомендации для учителей-предметников при построении урока с использованием диалоговых технологий

Рекомендации для учителей-предметников при построении урока с использованием диалоговых технологий				
Возрастные группы по классам	Применение диалогового обучения на каждом уроке	В основе урока-диалога должна быть проблема	Ответ ученика, его мнение необходимо уважать (каждое мнение значимо)	Организовывать работу в парах (коллегиально), в группах и создавать благоприятный климат
5–6-е классы	По необходимости	По необходимости	Обязательно	Обязательно
7–8-е классы	Обязательно	Обязательно	Обязательно	Обязательно
9–10-е классы	Обязательно	Обязательно	Обязательно	Обязательно

Выводы

Нами было показано, что в результате диагностического и экспериментального исследования были сформулированы определенные выводы, подтверждающие нашу гипотезу.

1. Для выведения учебного процесса в общеобразовательных школах Казахстана на новый уровень, формирующий речевую коммуникацию, нужна новая система педагогических приемов.

2. При использовании педагогических приемов, креативного подхода, учитывающего индивидуальные стратегии подхода к обучению, учителя-предметники, по нашему мнению, достигнут того, что учащийся:

– сможет владеть устной и письменной речью, использующей способы речевой деятельности, необходимой для получения, отбора, обработки и передачи требуемой информации, соответственно намеченным целям или для разрешения проблем;

– сможет творчески выражать свои мысли, идеи в устной и письменной форме соответственно заданному контексту, как в учебном процессе, так и в дальнейшем, в профессиональной направленности;

– сможет развивать коммуникативные навыки для общения (вербального или невербального) в любых жизненных ситуациях для выражения собственного отношения к окружающей действительности;

– сможет осознать ценность вербального общения как инструмента познания окружающей действительности и как средства для обоснования своей позиции при разрешении различных проблем;

– сможет оценить мастерство общения как основу для развития и совершенствования, формировать развернутый ответ, высказываться аргументированно.

3. При использовании алгоритма с поэтапным применением педагогических приемов в учебном диалоге, который определяет уровень смысловой насыщенности ответа в учебном контексте, у обучающихся проявятся способности:

– быть коммуникативным, творчески использовать разнообразные средства, чтобы действовать и работать в коллективе; развиваться как конкурентоспособная личность, будущий профессионал в своей отрасли, обладающий навыками широкого спектра, а именно: творческого применения знаний; критического мышления; выполнения исследовательских работ; применения способов коммуникативного общения, включая языковые навыки;

– творчески и критически мыслить, чтобы принимать верные решения и созидательно участвовать в жизни общества, что и было намечено Программой образования Казахстана на 2020–2025 гг.

Именно эти навыки широкого спектра, сформированные с помощью педагогических приемов в диалоговом обучении, позволят обучающимся среднего звена, выпускникам общеобразовательных школ Казахстана гармонично сочетать в себе культурные и речеведческие ценности, проявлять функциональную грамотность и конкурентоспособность в любой жизненной ситуации. Они приобщат подростков к исследовательской работе над текстами, а такая работа, в свою очередь, направлена на формирование развернутых речевых высказываний, необходимых для современного подхода к обучению, грамотности чтения в исследованиях PISA, аргументированности ответов.

Список литературы

1. Ушаков Д.Н. Толковый словарь современного русского языка 10000 слов и словосочетаний. М.: Аделант, 2014. 801 с.

2. Казаринова Н.В. Межличностная коммуникация: из истории идей // Дискурс. 2017. С. 114.

3. Каскрова А.А. Как улучшить навыки письма учеников 9 класса через диалогическое обучение? // Молодой ученый. 2017. № 18.1. С. 34–36.

4. Бадалова Л.Х. Проблемно-диалогическое обучение как способ решения учебной задачи // Молодой ученый. 2016. № 11. С. 1415–1417.

5. Кузнецова А.Н., Собянин Ф.И. Технические компоненты формирования коммуникативной компетенции в читательской грамотности посредством диалогового обучения // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 4. [Электронный ресурс]. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=30975 (дата обращения: 02.08.2021).

УДК 378:37.035

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ (НА ПРИМЕРЕ Г. БАРНАУЛА)

Сигитова Л.И.

ФБГОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул, e-mail: 79059892133@yandex.ru

В работе описываются результаты исследования, базой которого стали общеобразовательные организации (школы, гимназии, лицеи) г. Барнаула. Исследование проводилось в 2019–2021 гг. Автор анализирует проблемы, связанные с социально-педагогической профилактикой девиантного поведения подростков. В начале статьи сделан краткий обзор научных направлений, связанных с заявленной проблемой, установлены основные причины девиантного поведения современных подростков. В основной части представлены результаты мониторинга сайтов общеобразовательных организаций г. Барнаула на предмет наличия должности социального педагога и наличия рабочей страницы/вкладки социального педагога. Были также проанализированы информация о социально-педагогическом взаимодействии общеобразовательных организаций с другими организациями г. Барнаула и нормативные правовые акты, определяющие социально-педагогическую профилактику девиантного поведения подростков, размещенные на сайтах общеобразовательных организаций г. Барнаула. Установлено, что не во всех общеобразовательных организациях есть должность социального педагога, отсутствуют рабочие страницы/вкладки социального педагога, недостаточно информации, способствующей профилактике девиантного поведения подростков. Автором выявлена необходимость более глубокого анализа причин девиантного поведения современных подростков, обозначена роль информационного обеспечения социально-педагогической деятельности в общеобразовательных организациях по профилактике девиантного поведения подростков.

Ключевые слова: общеобразовательные организации, социально-педагогическая профилактика, девиантное поведение, подростки

INFORMATION SUPPORT FOR SOCIO-PEDAGOGICAL PREVENTION OF TEENAGERS 'DEVIANT BEHAVIOR IN GENERAL EDUCATION ORGANIZATIONS (USING THE EXAMPLE OF BARNAUL)

Sigitova L.I.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: 79059892133@yandex.ru

The work describes the results of the study, the basis of which was general education organizations (schools, gymnasiums, lycées) in Barnaul. The study conducted in 2019–2021. The author analyzes the problems associated with the socio-pedagogical prevention of deviant behavior of adolescents. At the beginning of the article, a brief overview of scientific directions related to the declared problem made, the main reasons for the deviant behavior of modern adolescents were established. The main part presents the results of monitoring the sites of general education organizations in Barnaul for the presence of a position of a social teacher and the presence of a work page/tab of a social teacher. Information on the socio-pedagogical interaction of general education organizations with other organizations in Barnaul and normative legal acts defining the socio-pedagogical prevention of the deviant behavior of adolescents posted on the websites of general education organizations in Barnaul also analyzed. It has established that not all general education organizations have a position of a social teacher, there are no working pages/tabs of a social teacher, and there is insufficient information that contributes to the prevention of deviant behavior of adolescents. The author identified the need for a deeper analysis of the causes of deviant behavior of modern adolescents, outlined the role of information support for social and pedagogical activities in general education organizations for the prevention of deviant behavior of adolescents.

Keywords: general education organizations, socio-pedagogical prevention, deviant behavior, adolescents

Актуальность заявленной проблемы обусловлена тем, что на современном этапе развития общества невозможно осуществлять социально-педагогическую деятельность в общеобразовательной организации без использования информационных ресурсов и цифрового обеспечения. Каждая современная школа, лицей или гимназия должны иметь свой сайт, на котором размещаются обязательные сведения об организации, актуальная информация о ее деятельности и дополнительная информация о различных аспектах, в том числе информация о деятельности социального педагога по профилактике девиантного поведения обучающихся. По нашему мнению, девиантное поведение – это процесс, который можно и нужно регулировать, выбирая соответствующие сложившейся ситуации способы, методы и приемы профилактики.

На сегодняшний день в социально-педагогической науке сложилось множество трактовок понятия «девиантное поведение». Рассмотрим наиболее популярные, устоявшиеся трактовки этого термина (табл. 1).

Таблица 1

Определения понятия «девиантное поведение»

Автор	Девиантное – поведение это
С.А. Беличева	поведение, противоречащее установленным в обществе правовым или моральным нормам и являющееся результатом неблагоприятного социального развития, нарушений социализации, возникающих на разных возрастных этапах [1]
М.А. Галагузова	взаимодействие ребенка с микросоциумом, нарушающее его развитие и социализацию вследствие отсутствия адекватного учета средой особенностей его индивидуальности и проявляющееся в поведенческом противодействии установленным нравственным и правовым общественным нормам [2]
Я.И. Гилинский	социальное явление, выражающееся в относительно массовых, статистически устойчивых формах человеческой деятельности, не соответствующих официально установленным или же фактически сложившимся в данном обществе нормам и ожиданиям [3]
Е.В. Змановская	устойчивое поведение личности, отклоняющееся от наиболее важных социальных норм, причиняющее реальный ущерб обществу или самой личности, а также сопровождающееся ее социальной дезадаптацией [4]
Л.В. Мардахаев	отрицательное (негативное) отклонение в поведении человека в зависимости от его возраста, противоречащее принятым в обществе не только правовым или нравственным нормам, но и ролевым предназначениям [5, с. 30]
Л.Б. Шнейдер	это система поступков или отдельные поступки, противоречащие принятым в обществе правовым и нравственным нормам [6]

Профилактика девиантного поведения подростков является одной из важных задач современного общества и государства. Так как подросток проводит значительную часть своего времени в стенах школы, организовывать профилактику девиантного поведения необходимо именно там. Если понимать девиантное поведение в широком смысле, очевидно, что большинство детей и подростков на разных этапах своего развития могут «отклоняться» от общепринятых норм в той или иной степени по разным причинам. Основными и наиболее распространенными причинами девиантного поведения подростков в современной России являются:

– зависимость от Интернета и гаджет-зависимость;

– одиночество;

– дезадаптация;

– агрессивность;

– низкий уровень социализации и семейного воспитания;

– проблемы в общении подростков с родителями, друг с другом;

– незащищенность подростков, их недостаточная правовая информированность;

– несформированность адекватных жизненных (моральных) ценностей;

– школьная неуспеваемость и др.

По сути, обозначенные характеристики выступают социально-психологическими причинами возникновения аддиктивного, суицидального, виктимного, делинквентного и других видов девиантного поведения.

В целях предупреждения девиантного поведения в общеобразовательной организации должен осуществляться комплекс профилактических мероприятий, направленных на нейтрализацию обозначенных выше проблем.

Нам представляется важным анализ содержания сайтов общеобразовательных организаций, в частности на предмет наличия должности социального педагога, наличия рабочей страницы/вкладки социального педагога, информации на сайте школы о социально-педагогическом взаимодействии с другими организациями и нормативных правовых актов, определяющих организацию социально-педагогической профилактики девиантного поведения подростков. Результаты исследования будут способствовать совершенствованию социально-педагогической профилактики девиантного поведения подростков, помогут общеобразовательным организациям в построении и/или усовершенствовании деятельности социального педагога.

Материалы и методы исследования

В ходе предыдущих исследований мы выявили способы повышения компетентности будущих педагогов в реализации ювенальных технологий [7], инновационные технологии воспитания обучающихся в дистанционном формате [8], которые помогли нам определить сущность социально-педагогической профилактики девиантного поведения подростков в современных условиях.

Для того чтобы выяснить, на каком уровне находится в общеобразовательной организации социально-педагогическая деятельность, необходимо проведение мониторинга сайтов школ с целью выявления наличия должности социального педагога, наличия рабочей страницы/вкладки социального педагога, информации на сайте школы о социально-педагогическом взаимодействии с другими организациями и нормативных правовых актов, определяющих организацию социально-педагогической профилактики девиантного поведения подростков. При проведении мониторинга используется структурированный сбор информации, которая в дальнейшем анализируется нестатистическими (качественными) методами. Мониторинг сайтов школ г. Барнаула проведен с 2019 по 2021 гг.

Таблица 2

Наличие должности социального педагога

Вариант ответа	Есть социальный педагог	Есть социальный педагог и педагог-психолог	Есть педагог-психолог	Нет социального педагога и педагога-психолога
Количество школ (%)	8 (9,5%)	30 (35,7%)	29 (34,5%)	17 (20,3%)

Результаты исследования и их обсуждение

В проведении исследования принимали участие 23 студента группы 2768д ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», обучающихся по специальности 44.05.01 Педагогика и психология девиантного поведения (специализация: Психолого-педагогическое сопровождение детей и подростков группы риска). В рамках учебной практики «Практика по получению первичных профессиональных умений, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» студентам была поставлена наряду с другими задача: проанализировать сайты общеобразовательных организаций г. Барнаула по следующим критериям:

1) наличие должности социального педагога и педагога-психолога;

2) наличие рабочей страницы/вкладки социального педагога и педагога-психолога;

3) наличие информации о социально-педагогическом взаимодействии школы с другими организациями;

4) наличие нормативных правовых актов, определяющих социально-педагогическую профилактику девиантного поведения подростков.

В 2019 г. в г. Барнауле насчитывалось 84 школы. Изучая сайты, студенты-практиканты имели возможность прийти или позвонить в школу, побеседовать с директором, его заместителями, социальным педагогом или педагогом-психологом для уточнения информации. Затем представленная информация проверялась, обобщалась, подвергалась количественному и качественному анализу. Результаты были представлены на итоговой конференции по практике, были доведены до сведения руководителей общеобразовательных организаций.

Необходимо отметить, что нами анализировалась должность не только социального педагога, но и педагога-психолога (табл. 2), так как в ряде случаев один и тот же человек занимал эти две должности. Такая практика, на наш взгляд, смешивает полномочия двух должностей, мешает решению конкретных задач, стоящих перед социальным педагогом или педагогом-психологом. К тому же базовое образование (социально-педагогическое или психологическое) делает профессиональные проблемы приоритетными, личностно значимыми.

Исследование показало, что должность социального педагога существует (что отмечено на сайтах общеобразовательных организаций в разделе «Педагогический состав») в 38 из 84 школ г. Барнаула. Это 45,2%. Возможно, что завучи, учителя-предметники, другие педагогические работники в некоторых школах выполняют функции социального педагога, однако это не указано в документах на сайте организации. В 29 школах есть только педагог-психолог (34,5%), в 17 общеобразовательных организациях г. Барнаула не были указаны ни социальный педагог, ни педагог-психолог (20,3%). Причинами такой ситуации могут быть технические работы на сайте, быстрая смена актуальной информации, ее «устаревание». К сожалению, подростку, попавшему в трудную жизненную ситуацию, его родителям нужны своевременная помощь, актуальная информация, доступные услуги.

Однако подростки и их родители лишены необходимости искать на сайте сведения о наличии в школе социального педагога или педагога-психолога, если на сайте общеобразовательной организации есть стра-

нички, вкладки, из названия которых можно понять, что на них можно получить психологическую или социально-педагогическую помощь. Сайты школ г. Барнаула были изучены и с целью выяснить, есть ли рабочая страница/вкладка у социального педагога или педагога-психолога. Во внимание принимались и странички с названиями «Социально-психологическая консультация», «Социально-психологическая служба», «Советы психолога», «Социально-педагогическая работа», «Видеоконсультации психологов и логопеда» и др. Результаты исследования представлены в табл. 3.

– МБУДО Городской психолого-педагогический центр «Потенциал»;

– МБУДОД «Детский оздоровительно-образовательный (профильный) центр» – «Валеологический центр»;

– Детский оздоровительно-образовательный (профильный) центр «Гармония»;

– КГБУСО «Краевой реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями «Журавлики»;

– КГБУСО «Краевой кризисный центр для мужчин»;

– КГБУСО «Кризисный центр для женщин»;

Таблица 3

Наличие рабочей страницы/вкладки социального педагога

Вариант ответа	Есть рабочая страница/вкладка социального педагога	Есть рабочая страница/вкладка социального педагога и педагога-психолога	Есть рабочая страница/вкладка педагога-психолога	Нет рабочей страницы/вкладки социального педагога и педагога-психолога
Количество школ (%)	7 (8,4%)	11 (13%)	24 (28,6%)	42 (50%)

Результаты исследования показывают, что рабочая страница социального педагога (с таким названием или близким по решаемым задачам) есть у 18 школ из 84, что составляет 21,4%. Есть рабочая страница/вкладка социального педагога и педагога-психолога в 11 школах (13%), рабочая страница/вкладка только педагога-психолога – в 24 школах (28,6%). Нет рабочей страницы/вкладки социального педагога и педагога-психолога в 42 школах, что составляет 50% всех школ г. Барнаула. Возможно, что причины такие же, как и с наличием должности социального педагога. Но и вывод неутешительный – подростку, его родителям затруднительно получить своевременную помощь, найти актуальную информацию, воспользоваться услугами социального педагога и педагога-психолога.

На большинстве сайтов общеобразовательных организаций размещена в виде ссылок или баннеров информация о социально-педагогическом взаимодействии с другими организациями, представлены их адреса и телефоны. Это такие организации и службы, как:

– телефон доверия;

– КГБУСО «Комплексный центр социального обслуживания населения города Барнаула»;

– КГБУСО «Краевой социально-реабилитационный центр для несовершеннолетних «Солнышко»»;

– КГБУ «Алтайский краевой центр ППМС-помощи»;

– КГБУЗ «Алтайский краевой психоневрологический диспансер для детей»;

– КГБУЗ «Алтайский краевой наркологический диспансер»;

– Алтайская краевая общественная организация «Центр социальной помощи и благотворительной поддержки «За добрые дела»» в рамках проекта «Школа жизни»;

– ОГИБДД УМВД России по г. Барнаулу;

– Комиссия по делам несовершеннолетних и др.

Указанные сведения, по нашему мнению, должны быть представлены на сайте каждой школы, лицея или гимназии.

Для проверки гипотезы о том, что социально-педагогическая профилактика девиантного поведения подростков должна иметь в основе нормативно-правовую базу, сайты школ были изучены на предмет наличия таковой. У большинства школ на сайтах имеются ссылки на нормативные документы международного уровня (такие как «Всеобщая декларация прав человека», «Конвенция о правах ребенка», «Конвенция о правах инвалидов» и др.), федерального значения (Конституция Российской Федерации, «Об образовании в Российской Федерации», «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений среди несовершеннолетних», «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» и др.), уровня региона («Приказ о деятельности педагога-психолога Алтайского края», «Об ограничении пребывания несовершеннолетних в общественных местах

на территории Алтайского края», «О системе профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних в Алтайском крае», «О профилактике наркомании и токсикомании в Алтайском крае» и др.). И лишь в некоторых общеобразовательных организациях г. Барнаула представлены локальные нормативные акты, регламентирующие социально-педагогическую деятельность в целом и профилактику девиантного поведения в частности. Очевидно, что такие документы, как «Должностная инструкция социального педагога», «Должностная инструкция педагога-психолога», «Положение о комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений», «Положение о психолого-медико-педагогическом консилиуме», «Положение о Совете по профилактике безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних, зависимых состояний», «Положение об организации психолого-педагогического сопровождения образования детей-инвалидов» и подобные, должны быть в каждой школе.

Необходимо отметить, что информация на сайтах школ постоянно добавляется и обновляется. С течением времени, благодаря ознакомлению с результатами мониторинга современные сайты школ г. Барнаула выглядят более достойно, чем в 2019 г. Но ошибочно считать проблему решенной, она требует дальнейшей разработки. Результаты исследования, по нашему мнению, возможно экстраполировать на другие города России.

Результаты мониторинга говорят о необходимости проведения дополнительных исследований. В 2020 и 2021 гг. мы проводили мониторинг школ Алтайского края по заявленным критериям и планируем осуществить количественный, качественный и сравнительный анализ полученных в ходе исследования данных.

Выводы

1. Информационное обеспечение профилактики девиантного поведения подростков в общеобразовательных организациях является важным и необходимым.

2. Часть общеобразовательных организаций не имеют в своем штате ставки социального педагога.

3. Часть общеобразовательных организаций не имеют рабочей страницы/вкладки социального педагога и педагога-психолога.

4. На сайтах некоторых общеобразовательных организаций отсутствует информация о социально-педагогическом взаимодействии с другими организациями.

5. На сайтах некоторых общеобразовательных организаций отсутствует информация о нормативных правовых актах, определяющих организацию социально-педагогической профилактики девиантного поведения подростков.

6. Необходимы изучение школ Алтайского края по заявленным критериям и количественный, качественный и сравнительный анализ его результатов.

Список литературы

1. Беличева С.А. Социально-педагогическая диагностика и сопровождение социализации несовершеннолетних: учебное пособие для вузов. 2-е изд. М.: Юрайт, 2020. 304 с.

2. Галагузова Ю.Н. Добровольческая деятельность подростков с делинквентным поведением: трудности организации и возможности реализации // Социальная педагогика. 2019. № 1. С. 49–57.

3. Гилинский Я.И. Глобализация и девиантность. СПб.: Юридический центр Пресс, 2013. 393 с.

4. Змановская Е.В. Девиантология. Психология отклоняющегося поведения: учебник для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по направлениям подготовки «Педагогика и психология девиантного поведения», «Психолого-педагогическое образование», «Психология», «Социальная работа». 6-е изд., испр. М.: Академия, 2018. 287 с.

5. Мардахаев Л.В. Социальная педагогика: полный курс: учебник для студентов вузов, обучающихся на гуманитарных факультетах. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2011. 797 с.

6. Шнейдер Л.Б. Девиантное поведение детей и подростков. М.: Академический проект, 2005. 333 с.

7. Сигитова Л.И. Повышение компетентности будущих педагогов в реализации ювенальных технологий // Всероссийское совещание школьных служб примирения и медиации: сборник материалов / Под ред. Н.В. Гордийчука. М.: ФГБУ «Центр защиты прав и интересов детей», 2020. С. 273–276.

8. Сигитова Л.И. Инновационные технологии воспитания обучающихся в дистанционном формате // Педагогическое образование на Алтае. 2020. № 2. С. 87–92.

УДК 372.862

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИИ»

[1]Соболевская Е.Ю., [2]Левченко Н.Г.

[1]ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, e-mail: study_z@list.ru;

[2]ФГБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, e-mail: levchenko@msub.ru

В статье рассматривается применение проектного подхода как доминирующей стратегии обучения при реализации образовательной дисциплины «Мультимедиатехнологии». Приводится иерархическая структура работы над проектом, состоящая из пяти фаз: подготовительной, организационной, поисково-аналитической, практико-образовательной и финальной. Для каждой фазы работы над проектом создается иерархическая структура действий участников проекта. Прежде чем приступить к процессу обучения с применением проектного подхода, необходимо проводить опрос, так как анализ ответов на вопросы показывает уровень знаний, умений, владения студентов информационными технологиями, и этот факт необходимо учитывать и, как следствие, корректировать карту проекта. Карта проектного подхода при реализации дисциплины «Мультимедиатехнологии» является достаточно гибким инструментом для быстрого и наглядного внесения изменений по ходу работы. Безусловная ценность данного подхода – это учет мнения студентов и применение современных методов, методик, инструментов при реализации данной дисциплины. По итогам применения проектного подхода также составляется и проводится опрос с целью рефлексии и внесения коррективов в карту проекта для дальнейшей работы. Использование проектного подхода придает особенности самой форме реализации дисциплины «Мультимедиатехнологии» и, как следствие, развивает у студентов самостоятельность, способствует получению и актуализации знаний для решения поставленных задач.

Ключевые слова: проектный подход, проект, проектная деятельность, мультимедиатехнологии, образовательный процесс, высшее образование

APPLICATION OF THE PROJECT APPROACH IN THE IMPLEMENTATION OF THE EDUCATIONAL DISCIPLINE «MULTIMEDIATECHNOLOGIES»

[1]Sobolevskaya E.Y., [2]Levchenko N.G.

[1]Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: study_z@list.ru;

[2]Maritime State University adm. G.I. Nevelskogo, Vladivostok, e-mail: levchenko@msub.ru

The article discusses the application of the project approach as the dominant learning strategy in the implementation of the educational discipline «MultimediaTechnologies». The hierarchical structure of the work on the project is given, consisting of five phases: preparatory, organizational, search and analytical, practical and educational and final. For each phase of work on the project, a hierarchical structure of project participants' actions is developed. Before starting the learning process using the project approach, it is necessary to create and conduct a survey, since the analysis of the answers to the questions shows how much students ' knowledge, skills, and abilities are changing, and this fact must be taken into account and, as a result, adjust the project map. The map of the project approach in the implementation of the discipline «MultimediaTechnologies» is a fairly flexible tool for quick and visual changes in the course of work. The absolute value of this approach is taking students' opinions into account and the use of modern methods, techniques, tools in the implementation of this discipline. Based on the results of the project approach, a survey is also created and conducted in order to develop feedback and make adjustments to the project map for further work. The application of the project approach introduces its own features into the very form of the implementation of the discipline «Multimedia technologies», and as a result, develops students' independence, obtaining and updating knowledge to solve the tasks set.

Keywords: project approach, project, project activity, multimedia technologies, educational process, higher education

Проектный подход, управление проектом повсеместно и прочно обосновались в образовательном процессе. Проектный подход предоставляет возможность студенту самостоятельно формулировать постановку целей и задач, проводить обзор и анализ информации, выбирать средства реализации для получения результата. Участие в реальных проектах при реализации дисциплины «Мультимедиатехнологии» поможет подготовить студента к будущей профессиональной деятельности как самостоятельного квалифицированного специалиста. Преподаватель в процессе реализации данного подхода выступает в роли наставника, не диктует свое видение реализации проекта, а только задает вектор.

Цифровизация плотно вошла во многие сферы жизнедеятельности и связана с информационными технологиями. Поэтому и значительное количество современных профессий не обходится без применения информационных технологий. Следова-

тельно, в современном образовательном процессе необходимо увеличивать количество времени на развитие профессионально ориентированных дисциплин с использованием современных информационных технологий, способствующих креативному мышлению, систематизации полученных знаний и навыков, получению опыта творческой и исследовательский деятельности, формированию умения применять полученные теоретические знания на практике, развитию самоорганизации и ответственности, приобретению навыков работы с реальными проектами, что становится возможным при внедрении проектного подхода при реализации образовательной дисциплины «Мультимедиатехнологии».

Существует много примеров, подтверждающих необходимость разработки и развития мультимедийных продуктов [1–3]. Полученные знания в результате освоения дисциплины «Мультимедиатехнологии» позволяют в учебной, а затем и профессиональной деятельности разрабатывать мультимедийные продукты.

Целями проектного подхода при реализации образовательной дисциплины «Мультимедиатехнологии» являются повышение эффективности процесса приобретения обучающимися знаний, умений, навыков и применение их для решения поставленных задач в будущем. К тому же результат освоения дисциплины подразумевает использование многообразия информационных инструментов и технологий при разработке составляющих частей мультимедийного продукта, таких как графика, видео, аудио, гипертекст, текст и иное, что требует группового участия. Также у студентов – участников проекта может быть разный уровень теоретических знаний и практических навыков.

Материалы и методы исследования

Проектный подход в современных условиях обнаруживает универсальный характер: прослеживается соединение исследовательского и прогностического, информационно-образовательного и социально-преобразовательного начал, что позволяет говорить о провозглашении проектного подхода в качестве основы образовательной парадигмы XXI в. [4]. В.Ф. Аитов, Ю.В. Еремин определяют проектный подход как реализацию ведущей, доминирующей стратегии обучения, служащей основой организации процесса образования, в котором все участники, являясь субъектами познавательного процесса, совершают самостоятельный целенаправленный, продуктивный поиск, переработку и актуализацию знаний [4].

Проектный подход в комплексе с мультимедийными технологиями в процессе формирования профессиональных компетенций обучающихся, способствуя профессиональному и личностному развитию студента, является основой для создания результата проектной деятельности, выраженного в виде конкретного мультимедийного продукта или модели. При этом созданию конечного результата проектной деятельности с применением мультимедийных технологий будут сопутствовать такие особенности, как интерактивное взаимодействие участников проекта, оперативный обмен информацией, гибкое управление проектной деятельностью, обобщение и яркая визуализация информации в одном контенте.

Очень важно и то, что проектный подход в данном случае способствует также развитию критического мышления как совокупности умений и способностей к аналитической, критической, самостоятельной умственной деятельности [5].

Проектный подход обеспечивает развитие навыков командной работы, самостоятельного принятия решений, развивает лидерские качества, что является необходимым в будущей профессиональной деятельности.

Для понимания, организации и применения проектного подхода при реализации образовательной дисциплины «Мультимедиатехнологии» была разработана иерархическая структура работы над проектом, состоящая из пяти фаз: подготовительной, организационной, поисково-аналитической, практико-образовательной и финальной (рис. 1).

Иерархическая структура наглядно показывает, какие фазы работы над проектом необходимо проработать преподавателю, каким образом организовать и контролировать рабочие и учебные процессы в каждой группе студентов, правильно расставить вехи для эффективного управления проектным процессом. Так как учебный процесс связан с учебным планом, в начале семестра данная иерархическая структура дополняется календарными датами.

Необходимо осознавать, что стейкхолдер может состоять из множества различных участников, но в большинстве своем студенческие проекты не связаны с внешними заказами на проектирование, поэтому основные участники проекта – преподаватель и группа студентов. На рис. 2 представлена иерархическая структура действий преподавателя и группы студентов на каждой фазе проекта.

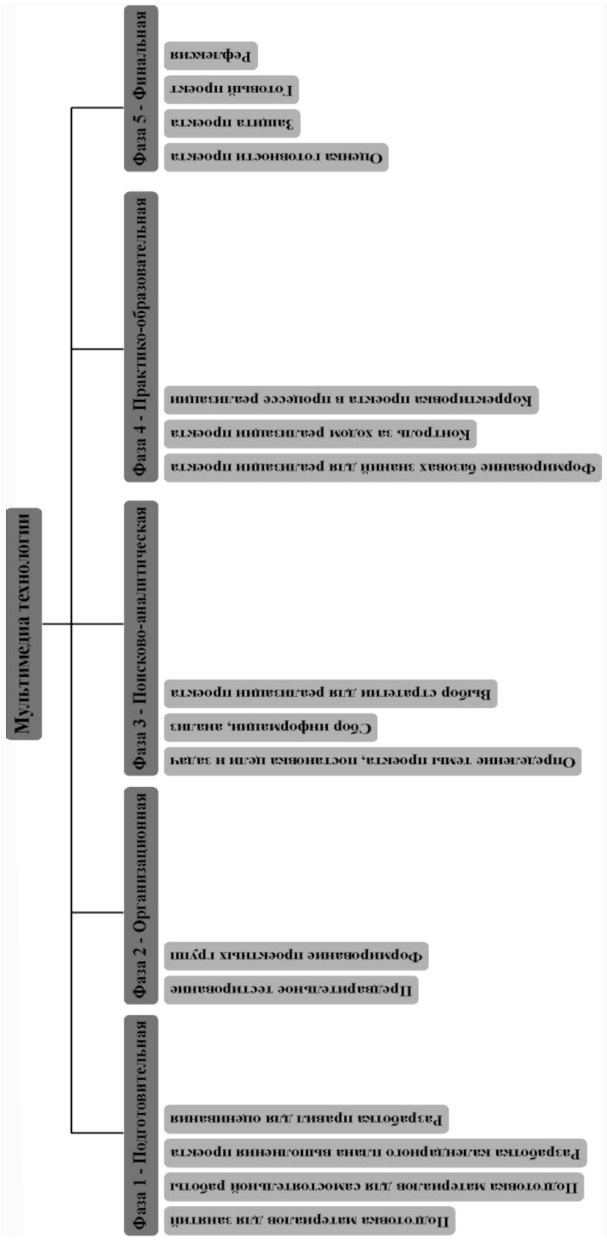


Рис. 1. Иерархическая структура работы над проектом

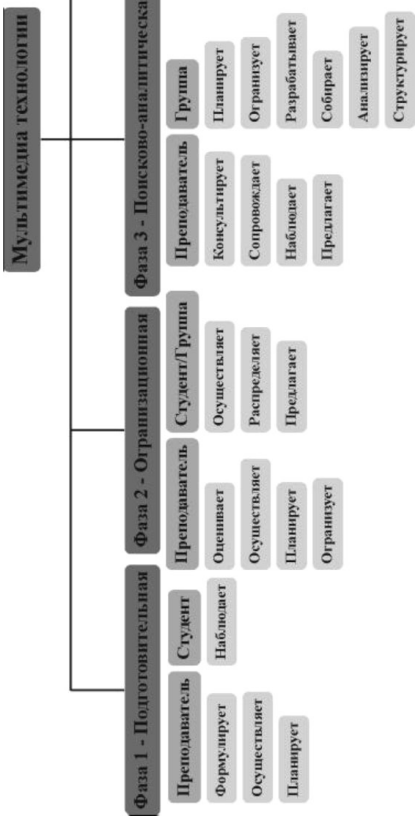


Рис. 2. Действия участников проекта на каждой фазе иерархической структуры

Например, на подготовительной фазе преподаватель формулирует задачу, осуществляет предварительное заполнение паспорта проекта, планирует сроки реализации и т.д. В финальной фазе преподаватель принимает реализованный группой студентов мультимедийный продукт и оценивает его. Группа студентов, в свою очередь, демонстрирует готовый мультимедийный продукт и дает обратную связь – свою оценку прохождения этапов реализации и предложения по модернизации проекта.

Также эта структура наглядно дает представление, на каком этапе реализуется работа обучающегося/студента, и помогает осуществлять контроль результата на каждом этапе проекта.

Реалии таковы, что проектная работа не всегда является продуктовым результатом для конкретного заказчика, в основном стейкхолдер включает преподавателя и обучающегося/студента. Но на самом деле, если результат получен, продукт или модель успешно реализованы, то это является немаловажным стимулом процесса обучения, даже если отсутствует конкретный внешний заказчик.

Для понимания, что и как видят участники проектной деятельности и чему необходимо обучить студента для реализации проекта в рамках дисциплины «Мультимедиатехнологии», была составлена анкета и проведен опрос, вопросы и ответы представлены на рис. 3.

Ответы на вопросы говорят о том, что первый, второй, третий курс представлены почти поровну, четвертый курс – по минимуму. Почти у половины респондентов имелся опыт разработки мультимедийного продукта. У большинства обучающихся отсутствует опыт командной работы, но они не считают оптимальным вариант работы в группе численностью более 5 человек. Большинство опрошенных предпочитают разрабатывать игровое мобильное приложение. Обучающиеся понимают, какие именно знания и навыки им необходимы, но не совсем хорошо ориентируются в технологиях разработки мультимедийного продукта. Студенты предпочитают новые образовательные технологии классическому подходу в обучении.

Результаты опроса позволяют составить карту реализации проекта с учетом мнения студентов. Данный опрос проводится и будет проводиться каждый раз перед началом реализации проектного подхода для данной дисциплины, так как знания, умения, владения студентов меняются, и этот факт необходимо учитывать и, как следствие, корректировать карту проекта. Фрагмент карты проектного подхода при реализации дисциплины «Мультимедиатехнологии» представлен в таблице.

Фрагмент карты проектного подхода при реализации дисциплины «Мультимедиатехнологии»

Неделя	Фаза – Задачи (этапы)	Метод/ инструмент	Ход работы	Необходимые материалы
3	Фаза 3 – этап определения темы проекта, постановки цели и задач	Онлайн-ресурсы; речь преподавателя; работа в командах (с элементами фасилитации)	Разминка: преподаватель предлагает темы проекта, рассказывает о каждой предметной области и предлагает студентам на листке записать цели и задачи. Студенты сканируют QR-code и переходят на онлайн-ресурс google jamboard, выбирают тему проекта, дополняют целью и задачами. Студенты разбиваются на группы по двум-трем совпадениям выбора темы проекта. Задание: на открытых ресурсах найти информацию по теме проекта. Студенты договариваются о том, кто из участников группы будет сообщать результаты командной работы (представлять результат)	Презентация, мультимедиаоборудование, доступ в Интернет, персональные гаджеты студентов, аудитория

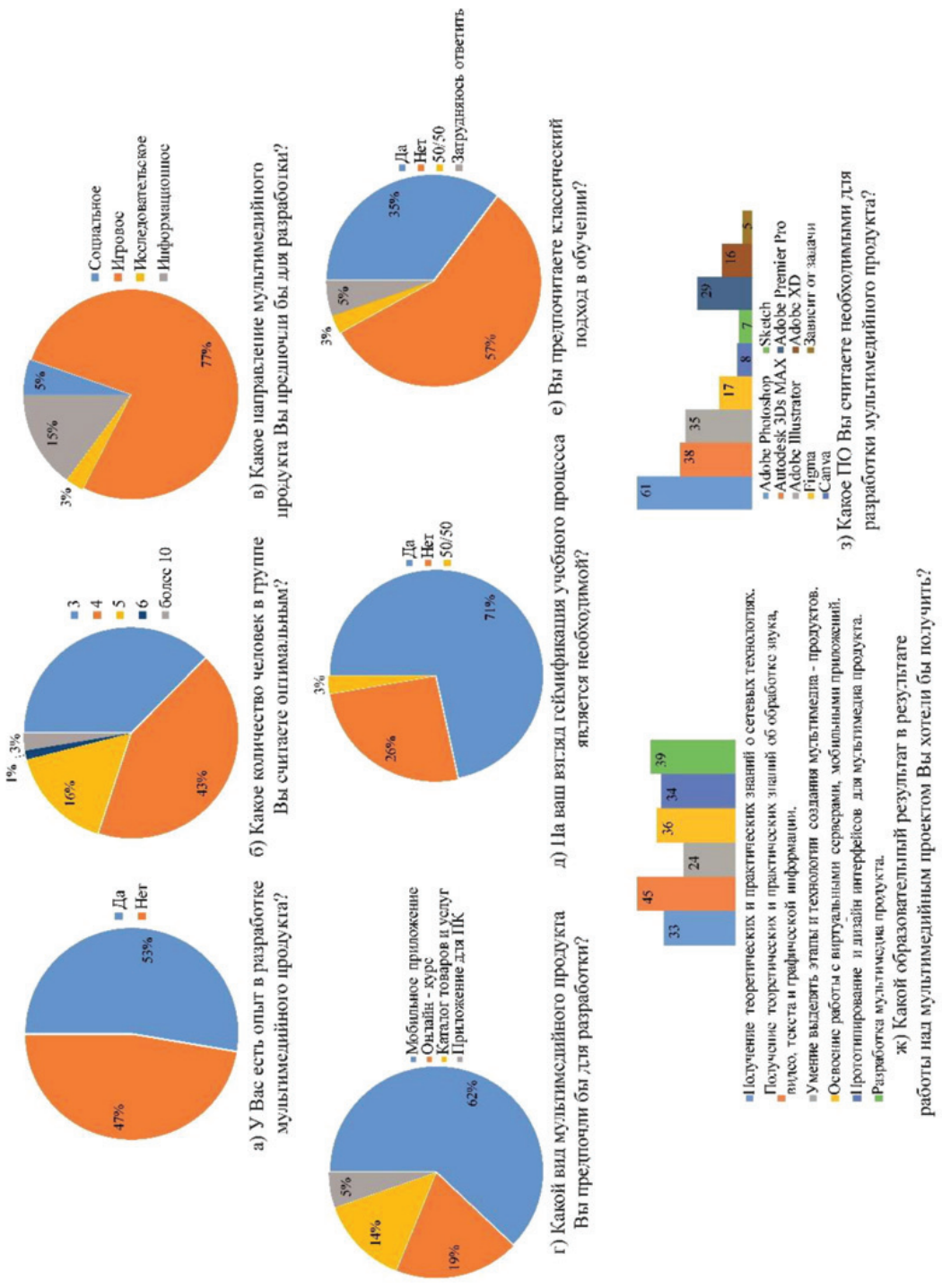


Рис. 3. Результаты опроса до применения проектного подхода

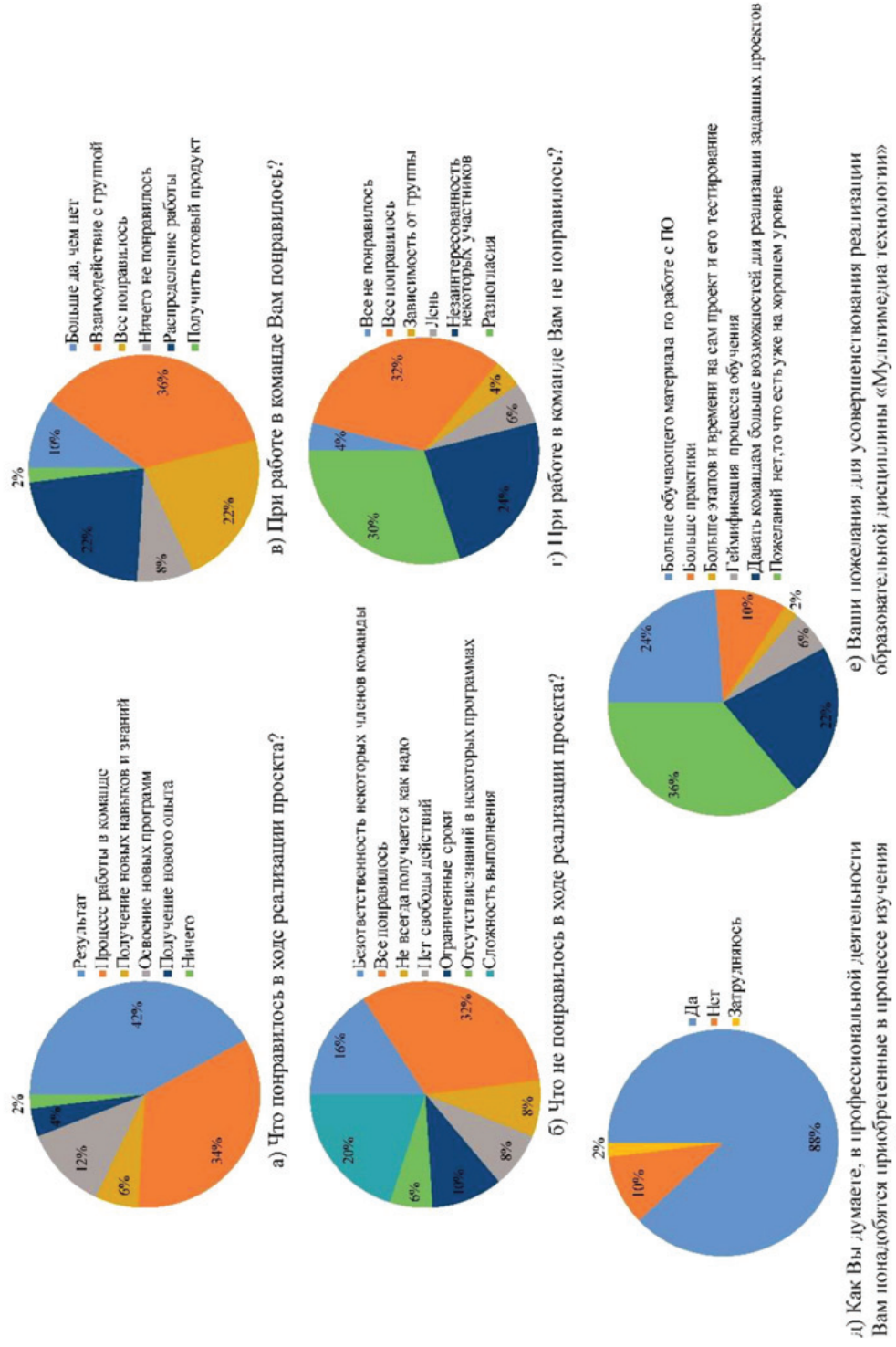


Рис. 4. Результат опроса после обучения

Карта проектного подхода, фрагмент которой представлен в таблице, как обобщенная структура процесса его реализации является достаточно гибким инструментом для быстрого и наглядного внесения изменений по ходу работы. Безусловная ценность данного подхода – это учет мнения студентов и применение современных методов, методик, инструментов при реализации данной дисциплины. Мнение студентов необходимо учитывать, чтобы им было интересно работать над проектом. Конечно, кому-то придется выйти из зоны комфорта и работать в группах, но это необходимый навык для работы в реальной производственной сфере/бизнесе.

По итогам применения проектного подхода был проведен опрос студентов с 1-го по 4-й курс бакалавриата основной образовательной программы 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника, которые принимали непосредственное участие в процессе обучения. Опрос проводился с целью отработки рефлексии и с целью внести коррективы в дальнейшую работу с применением проектного подхода в рамках дисциплины «Мультимедиатехнологии». На рис. 4 представлены наиболее значимые вопросы и результат.

Анализ результатов опроса после обучения позволяет увидеть и учесть недочеты при реализации дисциплины «Мультимедиатехнологии» с применением проектного подхода следующему курсу. Анализ ответов на вопросы, которые направлены на отработку рефлексии, ясно дает понять, что студентам понравилось и что не понравилось. В ходе реализации проектного подхода при изучении дисциплины «Мультимедиатехнологии», работая совместно в команде, несмотря на сложность задания, наличие разногласий в команде, они не только приобретают новый опыт, новые знания и навыки, осваивают новые информационные технологии и программное обеспечение, но и разрабатывают конкретный мультимедийный продукт. Ответы на вопросы, которые относятся к применению полученных компетенций в будущей профессиональной деятельности и выражению пожеланий по усовершенствованию реализации образовательной дисциплины «Мультимедиатехнологии», показывают одобрение респондентами проектного подхода и уверенность в необходимости приобретенных компетенций.

Выводы

Применение проектного подхода при реализации дисциплины «Мультимедиатехнологии» придает особенности самой форме организации учебного процесса, значительно ее обогащая. Изменения затрагивают и роль преподавателя, и роль обучающегося. Появляются новые образовательные технологии, которые позволяют эффективно реализовать образовательную деятельность, тем более что в процессе освоения дисциплины разрабатывается продуктовый результат, а именно готовый мультимедийный продукт, что оказывает существенное влияние на повышение интереса у студентов к самой дисциплине, к изучаемым технологиям и инструментам. Также проектная деятельность способствует формированию навыков командной работы и в то же время содействует развитию личностных качеств каждого из участников проектной деятельности.

Список литературы

1. Везиров Т.Т. Реализация проекта «мультимедийная лаборатория образовательных ресурсов» как инновационная технология в вузе // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 6 (73). С. 44–47.

2. Сериков А.А. Особенности преподавания дисциплины «мультимедийные технологии» студентам специальности социально-культурная деятельность по виду организация и постановка культурно-массовых мероприятий и театрализованных представлений // Инновационная деятельность профессиональных образовательных организаций. 2020. № 6. С. 37–44.

3. Можарова А.Э. Мультимедийный проект как средство формирования креативной составляющей профессиональной компетентности будущего педагога // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2016. № 1(39). С. 330–343.

4. Сорокина Е.В., Турсина М.Н. Проектный подход как стратегия организации образовательного процесса. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tsutmb.ru/nayk/nauchnyie_meropriyatiya/int_konf/vseross/professionalno_lichnostnoe_razvitie_prepodavatelya_i_studenta_tradiczii,_problemyi,_perspektivyi2/sekcziya_2/proektnyij_podxod_kak_strategiya_organizaczii_obrazovatelnogo_proczessa (дата обращения: 09.08.2021).

5. Мусина-Мазнова Г.Х., Сколота З.Н. Технология развития критического мышления в формировании профессиональных компетенций студентов // Мир науки. 2018. Т. 6. № 6. С. 46.

УДК 373.24

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ПАТРИОТИЗМА ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПОСРЕДСТВОМ ОЗНАКОМЛЕНИЯ С ПРИРОДОЙ РОДНОГО КРАЯ

Тавстуха О.Г., Шавшаева Л.Ю.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: koltureva@yandex.ru

Рассмотрена проблема формирования основ патриотизма у старших дошкольников, актуализированная требованиями Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования. Представлены цель и методы исследования, содержание понятия «основы патриотизма старших дошкольников», педагогические условия формирования основ патриотизма старших дошкольников, полученные результаты. Понятие «основы патриотизма старших дошкольников» определяется как интегральное личностное качество, включающее знания об истории Родины; знание особенностей родного края (когнитивный компонент); интерес к традициям своего народа, потребность беречь Родину, природу родного края, стремление быть полезным (мотивационный компонент); любовь к Родине, уважение к прошлому отечества, к традициям своего народа, позитивное эмоциональное отношение к родной земле, природе родного края (эмоциональный компонент); умения сопереживать, сочувствовать, содействовать, умения осуществлять общественно значимую деятельность (деятельностный компонент). Представлена реализация педагогических условий формирования основ патриотизма старших дошкольников: обогащение развивающей предметно-пространственной среды посредством ознакомления детей с природой родного края; реализация проектной деятельности по ознакомлению детей с природой родного края; обеспечение взаимодействия педагогов с родителями старших дошкольников при ознакомлении детей с природой родного края. Проанализированы результаты диагностики старших дошкольников, подтверждающие положительную динамику сформированности основ патриотизма детей путем ознакомления с природой родного края.

Ключевые слова: патриотизм, старший дошкольный возраст, ознакомление с природой родного края

FORMATION OF THE FOUNDATIONS OF PATRIOTISM OF OLDER PRESCHOOL CHILDREN THROUGH FAMILIARIZATION WITH THE NATURE OF THEIR NATIVE LAND

Tavstukha O.G., Shavshaeva L.Yu.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: koltureva@yandex.ru

The problem of forming the foundations of patriotism of senior preschoolers, updated by the requirements of the federal state educational standard of preschool education, was considered. The purpose and methods of research, the content of the concept of «the foundations of patriotism of senior preschoolers», the pedagogical conditions for the formation of the foundations of patriotism of senior preschoolers, the results obtained are presented. The concept of «the foundations of patriotism of older preschoolers» is defined as an integral personal quality, including knowledge about the history of the Motherland; knowledge of the peculiarities of the native land (cognitive component); interest in the traditions of their people, the need to protect the Motherland, the nature of the native land, the desire to be useful (motivational component); love for the Motherland, respect for the past of the fatherland, for the traditions of their people, a positive emotional attitude towards the native land, the nature of the native land (emotional component); the ability to empathize, sympathize, assist, the ability to carry out socially significant activities (activity component). The article presents the implementation of the pedagogical conditions for the formation of the foundations of patriotism in senior preschoolers: enrichment of the developing subject-spatial environment by acquainting children with the nature of their native land; implementation of project activities to familiarize children with the nature of their native land; ensuring the interaction of teachers with parents of older preschoolers when acquainting children with the nature of their native land. The results of diagnostics of senior preschoolers are analyzed, confirming the positive dynamics of the formation of the foundations of patriotism in children through familiarization with the nature of their native land.

Keywords: patriotism, senior preschool age, familiarization with the nature of the native land

Проблема формирования патриотизма подрастающего поколения является значимой в современных условиях развития общества. В настоящее время реализуется федеральный проект, направленный на формирование патриотизма граждан Российской Федерации, предполагающий вовлечение в реализацию мероприятий детей, начиная со старшего дошкольного возраста [1]. Требования Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования актуализируют необходимость формирования основ патриотизма дошкольников [2]. Дети старшего дошкольного возраста восприимчивы к формированию знаний о родном крае, интереса и любви к родине, общечеловеческих ценностей, общественно значимого поведения.

Исследованию проблем формирования основ патриотизма у старших дошкольников предшествовал анализ работ, посвященных изучению различных аспектов патриотизма

человека, представленных в трудах известных авторов. С точки зрения Н.К. Крупской, чувства привязанности к родным местам углубляются в процессе познания природы, красоты и неповторимости родного края [3]. По мнению К.Д. Ушинского, природа – важный фактор формирования патриотизма человека [4]. Современные авторы изучают рассматриваемую проблему в различных аспектах: воспитания патриотизма посредством народной культуры (Е.В. Донгаузер, Т.А. Нежинская) [5]; исследования патриотизма и эмпатии старших дошкольников (Н.Е. Жданова) [6]; экологического воспитания (С.Н. Николаева) [7]. Исследователь Н.А. Рыжова проводит анализ изменений, произошедших в настоящее время, во взаимодействии детей и природы, подчеркивает значимость ознакомления дошкольников с природой [8]. Рассматривая проблему формирования патриотизма детей дошкольного возраста, авторы Е.И. Брагуца [9], А.В. Коломеец [10] отмечают необходимость ознакомления детей с природой родного края.

Цель исследования: изучить особенности формирования основ патриотизма у детей старшего дошкольного возраста посредством ознакомления с природой родного края.

Материалы и методы исследования

В исследовании участвовали 44 старших дошкольника подготовительных групп дошкольной образовательной организации г. Оренбурга. Участвующие были поделены на две группы: экспериментальную (22 старших дошкольника) и контрольную (22 старших дошкольника). Экспериментальная группа была включена в реализацию педагогических условий формирования основ патриотизма посредством ознакомления с природой родного края. Родители детей, включенных в экспериментальную группу, взаимодействовали с педагогами по проблеме формирования основ патриотизма старших дошкольников путем ознакомления с природой родного края.

Исследование осуществлялось на протяжении двух лет, включало в себя три взаимосвязанных этапа. На первом этапе изучалась психолого-педагогическая литература по проблеме исследования; разрабатывался диагностический инструментарий для выявления уровня сформированности основ патриотизма у старших дошкольников. Диагностический инструментарий включал в себя следующие методики: «Мониторинг уровней развития патриотических чувств любви к родному городу» (А.О. Ястребцова), «Мониторинг нравственно-патриотического воспитания в детском саду и начальной школе» (М.Ю. Новицкая, С.Ю. Афанасьева), «Диагностика по формированию представлений о родном крае» (Т.Г. Кобзева) (изучение когнитивного компонента основ патриотизма); «Изучение мотивов поведения в ситуации выбора» (Е.П. Ильин), «Изучение действенности общественного и личного мотивов» (Е.П. Ильин), «Я – патриот» (Т.М. Маслова) (изучение мотивационного компонента основ патриотизма); «Изучение понимания эмоциональных состояний людей, изображенных на картинке» (Е.В. Кучерова), «Сюжетные картинки» (Р.Р. Калинина), «Мое отношение к малой Родине» (Т.М. Маслова) (изучение эмоционального компонента основ патриотизма); «Неоконченные ситуации» (А.М. Щетинина, Л.В. Кирс), «Сюжетные картинки» (Л.А. Головей, Е.Ф. Рыбалко) (изучение деятельностного компонента основ патриотизма). На втором этапе проводился констатирующий эксперимент по выявлению уровня сформированности основ патриотизма. Характеристика уровней сформированности основ патриотизма старших дошкольников, описание констатирующего эксперимента представлены нами ранее [11]. На основе полученных данных были апробированы педагогические условия формирования основ патриотизма у старших дошкольников посредством ознакомления с природой родного края. На третьем этапе осуществлялись анализ, обобщение и систематизация эмпирических данных, оформление результатов исследования.

В ходе исследования был использован ряд взаимосвязанных и дополняющих друг друга методов: теоретических – анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования; эмпирических – констатирующий и формирующий эксперименты; методы количественной и качественной обработки результатов исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ психолого-педагогических исследований позволил определить понятие «основы патриотизма старших дошкольников» как интегральное личностное качество, включающее знания об истории Родины; знание особенностей родного края (когнитивный компонент); интерес к традициям своего народа, потребность беречь Родину, природу родного края, стремление быть полезным (мотивационный компонент); любовь к Родине, уважение к прошлому отечества, к традициям своего народа, позитивное эмоциональное отношение

к родной земле, природе родного края (эмоциональный компонент); умения сопереживать, сочувствовать, содействовать, умения осуществлять общественно значимую деятельность (деятельностный компонент).

Представим критерии и показатели когнитивного, мотивационного, эмоционального, деятельностного компонентов основ патриотизма детей старшего дошкольного возраста. Критерий когнитивного компонента: патриотические знания; показатели когнитивного компонента: знания об истории Родины, знание особенностей родного края (названия и символики города; достопримечательностей, памятников природы, животных и растений, занесенных в Красную книгу). Критерий мотивационного компонента: патриотическая направленность; показатели мотивационного компонента: интерес к традициям своего народа, потребность беречь Родину, природу родного края, стремление быть полезным. Критерий эмоционального компонента: патриотические чувства; показатели: любовь к Родине, уважение к прошлому отечества, к традициям своего народа; позитивное эмоциональное отношение к родной земле, природе родного края. Критерий деятельностного компонента: патриотическое поведение; показатели: умения сопереживать, сочувствовать, содействовать; умение осуществлять общественно значимую деятельность.

Изучение психолого-педагогических работ, посвященных рассматриваемой проблеме, позволило выявить педагогические условия формирования основ патриотизма у старших дошкольников: обогащение развивающей предметно-пространственной среды посредством ознакомления детей с природой родного края; реализация проектной деятельности по ознакомлению детей с природой родного края; обеспечение взаимодействия педагогов с родителями старших дошкольников при ознакомлении детей с природой родного края.

Первое педагогическое условие – обогащение развивающей предметно-пространственной среды посредством ознакомления детей с природой родного края. На базе дошкольной образовательной организации в подготовительной группе была спроектирована и реализована развивающая предметно-пространственная среда. Во время образовательной, самостоятельной и совместной деятельности педагога с дошкольниками использовался разнообразный материал, он видоизменялся в зависимости от обучающей ситуации, что способствовало формированию основ патриотизма старших дошкольников. Весь материал был разделен на блоки: «Моя семья», «Мой детский сад», «Родная страна», «Родной город и край», «Защитники Отечества», «Русская народная культура». В патриотическом центре был создан дополнительный раздел «Природа Оренбуржья». На территории детского сада создана экологическая тропа, маршрут которой представлял собой последовательное движение от одного объекта к другому, которые показаны нумерацией на карте-схеме. Изучались объекты развивающей предметно-пространственной среды: «Цветник», «Птичья столовая», «Муравьиная жизнь», «Березовая роща», «Лесная опушка», «Лекарственные растения». Обогащение развивающей предметно-пространственной среды позволило старшим дошкольникам больше узнать о своей стране, родном крае, познать богатейший мир природы, научиться его чувствовать и бережно к нему относиться.

Второе педагогическое условие – реализация проектной деятельности по ознакомлению детей с природой родного края. В рамках данного условиях разрабатывались и реализовывались различные проекты, направленные на формирование основ патриотизма старших дошкольников посредством ознакомления с природой родного края. Приведем пример поэтапной реализации проекта «Синичка – маленькая птичка». В ходе наблюдений на прогулке были выявлены затруднения детей при определении названий птиц, наличие скудных представлений о том, чем они питаются, о помощи птицам при выживании в зимних условиях. Этим был обусловлен выбор темы проекта. Целью проекта являлось формирование основ патриотизма обучающихся посредством привлечения внимания старших дошкольников и родителей к проблеме охраны природы. Участниками проекта были педагоги, дети и родители. Продолжительность проекта: 1 месяц. Разработка проекта включала: составление плана мероприятий в различных видах деятельности; подборку иллюстративного материала по теме проекта; подборку методической и художественной литературы; организацию развивающей среды; разработку цикла занятий, наблюдений по теме; привлечение родителей к участию в проекте; коллективную реализацию проекта и его презентацию. На этапе реализации проекта осуществлялись: рассматривание иллюстраций; отгадывание загадок о птицах; составление рассказов; чтение художественной литературы; пальчиковые игры; прослушивание аудиозаписи голосов птиц; дидактические игры. По итогам проекта были организованы развлечение «Синичка – маленькая птичка», а также конкурс на изготовление

лучшей кормушки для птиц, оформление фотогазеты «Птичья столовая» с фотографиями детей в процессе кормления птиц. В процессе проекта старшие дошкольники узнали и повторили названия птиц, особенности их внешнего вида, повадки и способы их приспособления к среде обитания. Они стали внимательны и наблюдательны на прогулке по отношению к птицам, стали проявлять интерес и желание помочь птицам, заботиться о них.

Третье педагогическое условие – обеспечение взаимодействия педагогов с родителями старших дошкольников при ознакомлении детей с природой родного края. На начальном этапе работы с родителями было проведено анкетирование, результаты которого позволяют отметить признание значимости проблемы формирования основ патриотизма у детей в старшем дошкольном возрасте, но недостаточность знаний о том, как формировать патриотизм у старших дошкольников. Далее реализовывались нетрадиционные формы взаимодействия с родителями, такие как: родительские клубы; «родительская почта»; встреча за круглым столом; тематические акции, тематические конкурсы; совместные «семейные проекты»; педагогические проекты. Целями организации встреч за круглым столом являлись обобщение педагогического опыта и знаний родителей; ознакомление детей с природой родного края. Так, проведение круглого стола по теме «Журавль-красавка» способствовало знакомству дошкольников и их родителей с птицей журавль-красавка, занесенной в Красную книгу. В дошкольной образовательной организации проходили акции, например «Покорми птиц зимой», где старшие дошкольники совместно с родителями изготавливали кормушки для птиц; «Чистый город», которая была посвящена уборке территории детского сада. Разнообразие форм работы при взаимодействии педагогов с семьей позволило выбрать наиболее эффективные из них для формирования основ патриотизма старших дошкольников.

По итогам реализации педагогических условий со старшими дошкольниками экспериментальной и контрольной групп повторно была проведена та же диагностическая работа, что и на констатирующем этапе исследования. Существенно снизилось количество дошкольников с низким уровнем сформированности когнитивного компонента (начало эксперимента – 41%, окончание – 14%); повысился средний уровень (начало – 45%, окончание – 54%); возрос высокий уровень (начало – 14%, окончание – 32%). Для детей экспериментальной группы стали характерны большая осознанность, полнота знаний о стране и родном крае. Повторная диагностика старших дошкольников контрольной группы показала меньшие изменения в формировании когнитивного компонента основ патриотизма: низкий уровень – 45% (начало – 50%); средний уровень – 32% (начало – 36%); высокий уровень – 23% (начало – 14%). Данные изменения, вероятно, обусловлены процессом естественного взросления детей. Анализ полученных данных позволяет отметить, что у старших дошкольников экспериментальной группы произошли положительные изменения в формировании основ патриотизма. Проводимые мероприятия помогли расширить знания старших дошкольников экспериментальной группы об истории Родины, достопримечательностях малой Родины; о редких памятниках природы, животных и растениях, занесенных в Красную книгу.

Низкий уровень сформированности мотивационного компонента основ патриотизма детей экспериментальной группы на конец исследования снизился до 23% (на начало исследования – 54%); средний уровень вырос до 59% (на начало исследования – 32%); высокий уровень с 14% вырос до 18%. Старшие дошкольники экспериментальной группы стали проявлять больший интерес к изучению традиций своего народа; выражать потребность беречь Родину, сохранять природу родного края. В контрольной группе старших дошкольников по окончании эксперимента отмечаются меньшие изменения: низкий уровень мотивационного компонента – 41% (начало – 50%); средний уровень – 45% (начало – 36%); высокий уровень – 14% (начало – 14%).

Высокий уровень сформированности эмоционального компонента основ патриотизма старших дошкольников на конец исследования составил 23% (начало – 14%), средний – 59% (начало – 32%), низкий уровень – 18% (начало – 54%). В контрольной группе значимых изменений в сформированности эмоционального компонента по окончании эксперимента не произошло: низкий уровень – 50% (начало – 59%); средний уровень – 27% (начало – 23%); высокий уровень – 23% (начало – 18%). Дети экспериментальной группы стали больше проявлять патриотические чувства в уважении к прошлому отечества, к традициям своего народа, в позитивном эмоциональном отношении к родной земле и природе родного края.

Возросло количество дошкольников, способных сопереживать, сочувствовать, умеющих планировать и оценивать свою

деятельность, осуществлять общественно значимую деятельность: высокий уровень – 18%; средний уровень – 59%; низкий уровень – 23% обследуемых детей экспериментальной группы (начало: высокий уровень – 14%, средний уровень – 32%, низкий уровень – 54%). Значимых изменений в формировании деятельностного компонента основ патриотизма у старших дошкольников контрольной группы не выявлено: высокий уровень – 14% (начало – 9%), средний уровень – 36% (начало – 32%), низкий уровень – 50% (начало – 59%). Активное участие в различных мероприятиях формировало у старших дошкольников экспериментальной группы поведение, соответствующее нравственным нормам; понимание того, каким образом поступить в определенной ситуации, с обоснованием собственного выбора.

Выводы

Таким образом, рассмотрена проблема формирования основ патриотизма детей старшего дошкольного возраста посредством ознакомления с природой родного края. Реализованы педагогические условия формирования основ патриотизма старших дошкольников: обогащение развивающей предметно-пространственной среды посредством ознакомления детей с природой родного края; реализация проектной деятельности по ознакомлению детей с природой родного края; обеспечение взаимодействия педагогов с родителями старших дошкольников при ознакомлении с природой родного края; выявлены особенности сформированности основ патриотизма детей старшего дошкольного возраста. Данные экспериментальной работы, полученные по ее итогам, позволяют отметить позитивную динамику в формировании основ патриотизма старших дошкольников путем ознакомления с природой родного края; необходимость дальнейшего исследования рассматриваемой проблемы.

Список литературы

1. Паспорт федерального проекта Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации. [Электронный ресурс] URL: https://prodod.moscow/wp-content/uploads/FP_Patrioticheskoe_vospitanie_grazhdan_proekt.pdf (дата обращения: 29.07.2021).

2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 17 октября 2013 г. № 1155 г. Москва «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования». [Электронный ресурс]. URL: https://rg.ru/2013/11/25/doshk-standart-dok.html (дата обращения: 12.08.2021).

3. Крупская Н.К. Дети – наше будущее. М.: Просвещение, 1985. 302 с.

4. Ушинский К.Д. Родное слово в 2 ч. Ч. 1. М.: Юрайт, 2019. 233 с.

5. Донгаузер Е.В., Нежинская Т.А. Воспитание патриотизма у старших дошкольников средствами народной культуры // Великий подвиг народа по защите Отечества / Под ред. С.А. Минюровой, Ю.И. Биктуганова, М.В. Богинского. 2020. С. 198–203.

6. Жданова Н.Е. Исследование патриотизма и эмпатических реакций у детей старшего дошкольного возраста // Воспитание как стратегический национальный приоритет: международный научно-образовательный форум. Екатеринбург, 2021. С. 310–314.

7. Николаева С.Н. Воспитание экологической культуры в дошкольном детстве. М.: Просвещение, 2002. 144 с.

8. Рыжова Н.А. Дети и природа: современная ситуация и перспективы // Детский сад: теория и практика. 2018. № 5–6. С. 42–55.

9. Брагуца Е.И. Воспитание любви к малой родине у детей дошкольного возраста через ознакомление с природой // Актуальные вопросы современной науки и образования: материалы международной научно-практической конференции. Московский финансово-юридический университет МФЮА, Кировский филиал. 2016. С. 474–477.

10. Коломеец А.В. Воспитание у дошкольников чувства патриотизма через знакомство с родным краем // Воспитание и обучение детей младшего возраста. 2018. № 7. С. 395–396.

11. Шавшаева Л.Ю. Исследование сформированности основ патриотизма старших дошкольников // Вопросы педагогики. 2020. № 9–1. С. 168–172.

УДК 377:78.08

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАНРОВОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ-ПИАНИСТАМИ ФОРТЕПИАННЫХ ПРЕЛЮДИЙ ГЕРШВИНА

Толмачева Э.Г.

Белгородский государственный институт искусств и культуры, Белгород, e-mail: etery-83@mail.ru

В статье обобщается педагогический опыт применения жанрового подхода в сфере профессионального музыкального образования. Предметом изучения являются практические аспекты реализации данного подхода в педагогической работе с обучающимися-пианистами. На примере освоения студентами фортепианных прелюдий Гершвина рассматривается процесс постижения музыкального текста сквозь призму его жанровых характеристик. Суть жанрового подхода определяется через осознание обучающимися музыкальных особенностей того или иного жанра в конкретном произведении и воссоздание этих особенностей в процессе исполнения и интерпретации. Для ориентации в жанровой специфике фортепианного произведения обучающимся-пианистам предлагается анализировать вербальный, образно-содержательный, музыкально-лексический, семантический уровни музыкального текста, определять главенствующие жанровые основы, а затем отбирать соответствующие им исполнительские приемы и выразительные средства. На примере прелюдий Гершвина показано, каким образом на различных уровнях музыкального текста прослеживаются многообразные жанровые черты – от традиционных академических до типично джазовых – и как их можно отразить в процессе исполнения. В результате исследования доказано, что жанровый подход позволяет обучающимся-пианистам обогащать свои теоретические знания и совершенствовать практические навыки, успешно осваивать жанровую систему музыки, постигать музыкальное произведение в его жанровом контексте, развивать профессиональную компетентность, самостоятельно интерпретировать музыкальный текст.

Ключевые слова: фортепианная педагогика, музыкальное образование, жанровый подход, музыкальный жанр, фортепианные прелюдии Гершвина, прелюдия, рэгтайм, блюз

EXPERIENCE OF USING GENRE APPROACH IN THE PROCESS OF STUDY GERSHWIN'S PIANO PRELUDES BY PIANISTS

Tolmacheva E.G.

Belgorod State Institute of Arts and Culture, Belgorod, e-mail: etery-83@mail.ru

The article summarizes the pedagogical experience of using the genre approach in the professional music education. The subject of the study is the practical aspects of the implementation of this approach in pedagogical work with students-pianists. On the example of students mastering Gershwin's piano preludes, the author examines the process of comprehending a musical text through the prism of the genre specificity. The genre approach is determined as awareness of the characteristic musical features of genres in a particular work and the recreation of these features in the process of performance and interpretation. To orientate themselves in the genre specificity of a piano piece, students-pianists are invited to analyze the verbal, figurative-meaningful, musical-lexical, semantic levels of a musical text, determine the dominant genre features and select the corresponding performing techniques and means of expression. Using the example of Gershwin's preludes, it is showed how at various levels of the musical text features of genres can be traced (traditional academic and typically jazz genres) and how they can be reflected in the performance process. The article proves that genre approach allows students to enrich their theoretical knowledge and improve practical skills, successfully master the genre system of music, comprehend a musical work in genre context, develop professional competence, independently interpretation of musical text.

Keywords: piano pedagogy, musical education, genre approach, musical genre, Gershwin's piano preludes, prelude, ragtime, blues

Сегодня в фортепианной педагогике остро стоят проблемы, связанные с пониманием, интерпретацией и исполнением современной музыки обучающимися-пианистами. Дело в том, что данный пласт музыкальной культуры впитал в себя самые разнообразные стилевые тенденции, технические и творческие композиторские эксперименты, в результате чего начинающему пианисту довольно трудно ориентироваться в художественно-содержательных аспектах подобной музыки и еще более сложно правильно отбирать адекватные исполнительские средства для воплощения образной палитры современных фортепианных произведений. Нами уже было доказано, что для освоения обучающимися-пианистами «фортепианных циклов отечественных и зарубежных композиторов XX в., которые демонстрируют широчайшую жанрово-стилевую палитру современной музыки <…> и предполагают особый спектр не только чисто пианистических, но и художественных задач» [1], весьма продуктивным является *жанровый подход*. Его суть заключается в изучении музыкального текста сквозь призму жанровых признаков, заключенных в нем, и в дальнейшем воссоздании их в процессе исполнения. Успешный опыт использования данного подхода на начальных этапах музыкального воспитания приведен в многочисленных исследованиях Т. Орло-

вой (например, [2, 3]). Однако на уровне профессионального музыкального образования жанровый подход и опыт его применения только начинает детально изучаться. Между тем актуальность подобного рода исследований очень высока и обусловлена не только продуктивностью и перспективностью жанрового подхода в процессе обучения студентов-пианистов, но и его проблемным потенциалом, ибо он «не только способствует более осмысленному исполнению, но и развивает творческое начало, так как осознание и воплощение характерных черт того или иного музыкального жанра в каждом конкретном произведении становится для исполнителя новой творческой задачей» [2, с. 35].

Учитывая необходимость практической апробации методов реализации жанрового подхода в профессиональном музыкальном образовании, представляется целесообразным на конкретных примерах рассмотреть специфику применения данного подхода в педагогической работе с обучающимися-пианистами. Таким образом, целью статьи является обобщение опыта использования жанрового подхода на примере освоения обучающимися-пианистами фортепианных прелюдий Дж. Гершвина.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужил цикл фортепианных прелюдий выдающегося американского композитора и пианиста Джорджа Гершвина, созданный им в 1926 г. В процессе работы были использованы теоретические и эмпирические методы исследования, в том числе наблюдение, обобщение, систематизация, анализ, описание, а также целостный, гармонический и жанровый анализ музыкального произведения. Теоретико-методологическую базу исследования составили работы А. Арановского, А. Амраховой, Л. Казанцевой, А. Коробовой, Э. Каишаури, А. Кузнецовой, М. Лобановой, В. Медушевского, Е. Назайкинского, Т. Орловой, Г. Цыпина и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Актуальность жанрового подхода в современной музыкальной педагогике обусловлена не только его продуктивностью, интегративностью, проблемной ориентированностью, но в том числе и тем, что он отвечает «одному из главных принципов музыкального образования сегодня, – отмечает В. Гончарова, – многоуровневой детализации профессиональной подготовки студентов, которая продиктована запросами времени» [4]. Повседневная реальность современных пианистов, которыми уже завтра станут сегодняшние студенты музыкально-профессиональных учебных заведений, связана с постоянным исполнением музыки – технически совершенным, художественно полноценным и состоятельным с точки зрения интерпретации. Жанровый подход позволяет обучающемуся каждый раз детально проходить путь от восприятия и осознания музыкального текста до его осмысленного грамотного исполнения, включая такие этапы, как анализ, интерпретирование, отбор выразительных средств и т.д. А внедрение данного подхода в повседневную практику обучения пианистов обеспечивает формирование у них устойчивых навыков, связанных с постижением музыкальных произведений в их жанровом контексте и самостоятельной интерпретацией музыкальных текстов. Не случайно современные педагоги-музыканты подчеркивают и глубоко «понимают объективную необходимость реализации жанрового подхода <…>, поскольку задача художественно грамотной оценки и интерпретации произведений музыкального искусства требует от обучающихся не только наличия системы знаний о жанрах, но и умений слышать и осознавать жанровую семантику в музыке» [3, с. 4].

В самом общем смысле жанровый подход к освоению произведения предполагает особую «логику осознания музыки – от жанрового содержания через дифференциацию атрибутивных признаков к обобщению на уровне жанрового соответствия. В исполнительстве он обеспечивает грамотную и художественно-полноценную интерпретацию музыкального произведения, служит своеобразным средством оценки адекватности технических приемов, соответствующих заданному жанру» [3, с. 13]. Жанровый подход позволяет интегрировать теоретические и практические векторы музыкально-образовательного процесса – то есть актуализировать теоретические знания студента, полученные в рамках таких дисциплин, как теория музыки, гармония, полифония, анализ музыкальных форм, и применять их на практике в фортепианном классе. Зачастую бывает так, что теоретические предметы остаются для студента некой абстрактной сферой, зоной «мертвых» знаний, не имеющих выхода в практическую плоскость; с другой стороны, специальный класс дает обучающемуся-пианисту обширную практику исполнительства, в процессе которой он приучается, как играть «следует» и «не следует», часто не осознавая и не усваивая причин этих исполнительских норм. Между тем эти две сферы музыкальной де-

ятельности тесно связаны и взаимообусловлены, и задача важнейшая педагога состоит в том, чтобы донести до студента суть этой связи, научить его осознанно использовать теоретические знания в практической деятельности. Педагоги-музыканты подчеркивают «безусловную полезность аналитической работы в противовес бездумному повторению пьесы или ее части энное количество раз в слепой надежде на то, что повторения в итоге приведут к высокому качеству исполнения» [5, с. 115].

В ряде исследований, посвященных теоретическому изучению жанрового подхода и разработке методики его реализации, нами были определены и частично апробированы основные его составляющие: «В рамках данной методики используются такие жанрово-ориентированные формы и методы работы, как теоретическое обобщение, анализ жанровых признаков на макроуровне, мезоуровне и микроуровне, изучение системы «жанровых имен» и интонационно-семантического слоя музыкального текста, а также выбор отражающих его жанровую специфику исполнительских средств» [1]. При этом под макроуровнем мы понимаем общее жанровое определение произведения (например, соната, этюд, прелюдия); под мезоуровнем – жанровые характеристики, подзаголовки и названия, используемые композитором для маркирования частей или разделов произведения (например, танцевальные жанры в барочной сюите, *langsam* и *friska* в составе рапсодии); под микроуровнем – интонационно-семантическое содержание музыкального тематизма (признаки каких именно жанров проявляют себя в конкретных темах). В свою очередь, программные названия и «жанровые имена» в фортепианных произведениях – «это та вербализированная композитором часть замысла, которая составляет прочную основу для его постижения» [1] и всегда доступна для анализа. Этот вербальный анализ может осуществляться через актуализацию знаний студента в области теории и истории музыки, с помощью энциклопедической и специальной музыкальной литературы, а также при поддержке педагога.

Следующий важный этап в реализации жанрового подхода направлен на то, чтобы «связать» результаты вербального анализа с образно-содержательным уровнем произведения, найти для себя те пересечения отдельных областей обобщенного жанрового содержания с конкретным эмоционально-образным строем музыки, которые способствуют осознанному восприятию произведения и более глубокому погружению в его смысл. Музыкально-лексический анализ предполагает изучение элементов музыкального языка и их значения для создания целостного образа музыкального произведения. Наконец, семантический анализ направлен на то, чтобы раскрыть внутреннее содержание интонаций, ритмических фигур, тематических оборотов, ладотональных соотношений и других элементов. Безусловно, на этапе обучения имеется в виду элементарный уровень выполнения данных видов музыкального анализа, доступный обучающимся-пианистам. Главная цель этого анализа, которая стоит перед студентом, – не только формирование собственного целостного представления о содержании музыкального произведения, но и, прежде всего, отбор исполнительских выразительных средств для его воплощения. Подробно рассмотреть процесс реализации жанрового подхода предлагаем на примере прелюдий Дж. Гершвина, в отношении которых нами накоплен успешный педагогический опыт.

Фортепианная музыка Дж. Гершвина – это сравнительно небольшой, но очень ценный и уникальный пласт современной фортепианной литературы, уходящий корнями в разностилевые области – академическую и джазовую музыкальную культуру. Он объединил в себе европейские композиторские традиции с американским интонационным словарем. Сочинения Дж. Гершвина позволяют обучающимся-пианистам академического профиля ближе познакомиться с джазовой музыкой и обогатить свои представления о стилевой палитре XX в. Композитор буквально стоял у истоков тех стилевых экспериментов, которые и сейчас представляют собой «одну из главных линий развития пианизма сегодня – сочетание элементов джаза и классической музыки. Указанные эксперименты охватывают почти столетие» [6, с. 51], так как их зарождение было связано с началом XX в. и расцветом джазовой культуры. Трудно переоценить место Дж. Гершвина в этом процессе: «Он стал олицетворением своего времени, «века джаза» <…>; он ступил на сцену по знаку невидимого дирижера, чтобы стать центральной фигурой американской культуры в один из самых плодотворных ее эпизодов» [7, с. 40]. Кроме того, его фортепианные произведения – это не только интересный с точки зрения стиля материал, но и пианистически полезный и дидактически ценный репертуар для обучающихся, так как сам Дж. Гершвин был прекрасным пианистом и замечательно знал технические возможности инструмента.

Как правило, на предложение педагога включить в учебный репертуар прелюдии Дж. Гершвина студенты отзываются по-

ложительно, выражая неподдельный интерес к этой музыке. Целесообразно предварить разбор прелюдий кратким рассказом о творческом пути композитора, «беседой о джазовой стилистике и ее проникновении в академическую музыкальную культуру. <…> В совершенстве владея принципами и приемами традиционной композиторской техники, он научился гибко оперировать жанрами и интонационными моделями джаза, благодаря чему смог совершенно преобразить академические жанры, в том числе прелюдию» [1]. Фортепианный цикл из трех прелюдий был создан Дж. Гершвином в 1926 г., в период расцвета его творчества, спустя всего пару лет после таких шедевров, как *«Rhapsody in Blue»* и мюзикл *«Lady, Be Good»*. Из архивных материалов известно, что первоначально он планировал создать более масштабный цикл из 24 прелюдий, что напоминает о шопеновских традициях и программных прелюдиях Дебюсси, однако в дальнейшем написал всего семь пьес, что зафиксировано в рукописях [7]. В печать же вышли лишь три из них, озаглавленные как *«Three Preludes»* (в русском варианте – «Прелюдии»), с посвящением другу композитора – Билли Дейли. Исходя из этой информации и анализа словесных обозначений в нотном тексте прелюдий, студент может прийти к выводу о том, что на макроуровне жанр прелюдии трактован Дж. Гершвином не в барочных традициях (исконных для данного жанра), а в романтических. Именно для этой традиции характерно объединение нескольких прелюдий в цикл, яркие контрасты между пьесами, использование не только импровизационной природы тематизма, но элементов других жанров.

В то же время педагог может указать студенту на еще один ракурс рассмотрения макроуровня жанра: сам по себе принцип объединения нескольких пьес в единое целое на основе контраста позволяет отнести прелюдии Дж. Гершвина к фортепианному циклу. И хотя данное определение жанровым не является, однако оно отсылает к жанровым основам романтических сюит и фортепианных циклов, к фортепианному творчеству Р. Шумана, Ф. Листа, К. Сен-Санса. Уже на данном этапе можно поставить перед студентом проблему для самостоятельного решения: выносить на концертное исполнение все три прелюдии или одну из них и, соответственно, на какой жанровой трактовке делать акцент – на циклизации или воплощении прелюдии как отдельной миниатюры, запечатляющей краткий миг. В зависимости от этого будут отбираться и выразительные средства: либо нацеленные на достижение единства цикла и подчеркивание контраста между пьесами, либо сосредоточенные исключительно на воплощении прелюдии как самостоятельного жанра.

Музыкально-лексический и семантический анализ целесообразно выполнять в каждой прелюдии по отдельности, связывая роль элементов музыкального языка с эмоционально-образным содержанием музыки и выявляя жанровые признаки тематизма. В первой Прелюдии *B-dur* важно обратить внимание студента на сочетание мажорного лада с быстрым темпом и «рваным» джазовым ритмом – этот комплекс выразительных средств придает музыке характер бодрый, жизнерадостный и отчасти танцевальный. Композитор дает в нотах подробное указание темпа и характера – *allegro ben ritmato e deciso* (скоро, динамично и решительно). Интересен начальный мелодический элемент прелюдии, который впервые дан в лаконичном одноголосном звучании, а в дальнейшем становится основой тематизма всей пьесы: это характерный «блюзовый мотив», состоящий всего из пяти нот. Он представляет собой движение по звукам $T_{6/4}$ с хроматизированным опеванием верхнего звука и заостренными синкопированными ритмами, а при повторении мотива он завершается модализмом – миксолидийской VII ступенью. Семантика таких повторяющихся построений с неожиданным диссонансом в конце – музыкальная аналогия утверждения и вопроса. Подобные «говорящие» музыкально-риторические структуры очень показательны для джазового тематизма в целом и часто использовались Дж. Гершвином в его музыке. В целом же все вышеперечисленные особенности в совокупности с характерным ритмом свидетельствуют о воссоздании признаков рэгтайма в данном произведении.

О жанре рэгтайма следует рассказать студенту подробнее, ведь академические пианисты обычно не сталкиваются с такой музыкой ни в исполнительской практике, ни в теоретических курсах дисциплин. Рэгтайм изначально был распространенным танцевальным жанром американской музыки, а в дальнейшем стал одной из многочисленных жанровых основ джазовой музыки. Он характеризуется двухдольным метром, подчеркнутой синкопированностью ритмики, ощущением маршевой основы, но с нарушением эффекта регулярности, смещением акцентов на слабые доли, использование перекрестных ритмов, «разрывов» ритмических рисунков внезапными паузами и остановками в регулярном движении (*«stoptime»*), повторением одного мелоди-

ческого мотива на фоне различных аккордово-ритмических групп. Одним из первых авторов, неоднократно обращавшихся к данному жанру, был С. Джоплин, который «в своем творчестве пробовал соединить традиционные европейские жанры с музыкой рэгтаймов, <…> и даже создал *«Ragtime Dance»* – миниатюрный балет в духе классицизма» [8, с. 81]. Очень полезно прослушать несколько рэгтаймов С. Джоплина совместно со студентом, чтобы у него закрепилось слуховое представление о жанровом своеобразии рэгтайма. Это позволит ему в дальнейшем правильно отбирать исполнительские средства, максимально подчеркивающие сущность жанра. Дело в том, что при всей свободе ритма, подвижности агогики и кажущейся импровизационности, «классический рэгтайм в его отточенной форме был музыкой не импровизационной, а напротив, четко зафиксированной в нотной записи. Сочиняли рэгтаймы композиторы, владевшие навыками европейской фортепианной техники, гармонии, фактуры, хотя при этом они создавали нечто отличное от академических жанров. <…> В рэгтайме, несмотря на всю виртуозность и встречающиеся сложные технические приемы, есть и элементы как бы «антипианистичности» – с точки зрения сугубо европейских, классических канонов. Например, в исполнении рэгтаймов одним из самых известных композиторов и интерпретаторов С. Джоплином обращает на себя внимание полное отсутствие какой бы то ни было нюансировки, грубоватое, «ударного» типа, стучащее звукоизвлечение, <…> обилие стаккато, акцентов, придающих музыке одновременно «подпрыгивающий» и тяжеловесный характер» [9, с. 69].

Таким образом, при исполнении Прелюдии *B-dur* Дж. Гершвина лучше отдавать предпочтение яркой динамике и акцентуации, четкому и активному звукоизвлечению «ударного» типа, свободному «рубатному» характеру интонирования мелодии и агогически подвижной ритмике, при этом организующую функцию должен выполнять метр, к которому следует относиться более строго. Выгодно подчеркнет образ прелюдии обостренный контраст между разделами ее трехчастной формы: в среднем разделе аккордовая четкость синкопированного аккомпанемента сменяется более сложными, частично мелодизированными мотивами в басу, основная тема приобретает декламационность, часто используются репетиции, особая выразительная и красочная роль принадлежит гармонии (между пластами фактуры образуются политональные наслоения *B-dur / Des-dur*). Кульминация приходится на начало репризы, где все первоначальные темы излагаются в более громкой динамике, с диссонирующими созвучиями в аккомпанементе, с добавлением новых фактурных пластов, октавных дублировок, виртуозных пианистических приемов, пассажей, репетиций, перекрещивания рук. Соответственно, и все исполнительские средства должны стать более яркими, усиленными. При том, что жанровый подход диктует исполнителю стремление придерживаться танцевальной основы рэгтайма, в репризе можно несколько сместить акценты в сторону импровизационности и фантазийности, так как для Дж. Гершвина было характерно сквозное развитие музыкальной формы и трактовка фортепианных произведений как концертных виртуозных миниатюр (что, к слову, прекрасно прослушивается в исполнении этих прелюдий самим Дж. Гершвином).

Вторая Прелюдия *cis-moll* – медленная элегическая пьеса, которую сам композитор сравнивал с блюзовой колыбельной. Жанровый подход в данном случае оказывается максимально продуктивным, так как позволяет охватить исполнительские проблемы разного уровня. Так, на макроуровне можно трактовать эту прелюдию как лирический центр всего цикла, оттеняющий активные подвижные крайние части, либо как самостоятельную концертную пьесу в блюзовом стиле (удачный пример подобной трактовки находим у Е. Кисина). На мезоуровне реализации жанра очень интересно проследить вместе со студентом, как соотносится заявленный в названии жанр прелюдии с необычным тематическим ее наполнением, в котором проявляются черты и прелюдийности, и вокализации, и джазовой стилистики. На микроуровне еще более явно предстает этот необычный жанровый синтез: типично вокальная мелодика соединяется с жанровыми чертами колыбельной и характерными особенностями блюза. Прелюдия начинается с небольшого вступления, задающего медленный темп и мерное покачивание ритмических долей – ровных четвертей (что одинаково характерно как для колыбельной песни, так и для оригинальных «архаичных» блюзов), а также обрисовывающего тонально-гармоническое пространство музыки. Ключевые знаки свидетельствуют о тональности *cis-moll*, но постоянное чередование минорной и мажорной III ступени в подголосочном пласте фактуры невольно создает ощущение ладовой переменности (*cis-moll / Cis-dur*) и в то же время оказывается признаком так называемого «блюзового лада». Основная мелодия проста, но предельно выразитель-

на, доказывая, что Дж. Гершвин – действительно «композитор из породы гениев-мелодистов» [10, с. 189]. Она имеет ярко выраженную вокальную природу и состоит из повторных терцово-квартовых мотивов, а ее развитие обеспечивается введением хроматизмов, мелизмов, триолей, расширением диапазона. Интересно отметить определенную внутреннюю неквадратность темы: при общей двухдольной пульсации мотивов и фраз, они складываются в три построения-предложения. Если рассмотреть гармоническую логику этих построений, обнаруживается явная блюзовая форма («блюзовый квадрат») – то есть период, состоящий из трех предложений с определенным чередованием гармонических функций (T / S-T / D-S-T).

Учитывая такую жанровую синтетичность и сложность Прелюдии *cis-moll,* пианист имеет возможность подчеркнуть любую из этих жанровых основ в своем исполнении, более близкую его пониманию. Тем самым он достигает индивидуализации образного содержания и оригинальности своей интерпретации. Однако, размышляя об отражении полижанровых основ музыки в исполнительской интерпретации, Т. Самвелян утверждает, что пианист не имеет права игнорировать основной жанр, «названный самим же композитором в качестве содержательного «стержня» произведения» [11, с. 22], но при этом он может или выдвинуть его на первый план, или же подчеркнуть в своем исполнении жанровый синтез. В нашем случае жанровый синтез более полноценно раскрывает образно-эмоциональное содержание музыки Дж. Гершвина, явственно демонстрирует джазовую природу его мышления, поэтому следует подчеркнуть этот синтез – например, за счет выбора сдержанного темпа и «рубатного» метроритма, выразительного интонирования мелизмов и «блюзовых нот», артикуляционного и динамического решения темы.

В третьей Прелюдии, наиболее лаконичной из всех, Дж. Гершвин продолжает воссоздание джазовой ладовой переменности (*es-moll / Es-dur*) с помощью постоянного чередования минорной и мажорной III ступени. По форме, тематизму, характеру движения, даже по ремаркам и темповым обозначениям она очень напоминает первую Прелюдию цикла, хотя в данном случае скерцозность и танцевальность, как ведущие жанровые основы, преобладают над метрической размеренностью рэгтайма. На первый план в музыке выступает моторика: начиная со вступления, задается упругий ритм с острой, акцентной пульсацией, на который накладывается виртуозная изломанная мелодия с изящными хроматизмами, скачками и триолями. В стремительном темпе она захватывает достаточно широкий диапазон, останавливаясь в конце фразы на неустойчивом неаккордовом тоне, что характерно для джазовой музыки. Однако если мелодия больше напоминает о жанре скерцо, то ритмофактурная формула аккомпанемента явно свидетельствует о воссоздании жанровых признаков регтайма: композитор использует двухдольный метр, быстрый темп, прихотливый синкопированный ритм, внезапные акценты и паузы, смещение акцента в басу на слабые доли, а гармонического заполнения – на сильные. При выборе исполнительских средств и приемов здесь следует руководствоваться теми же принципами, что и в Первой прелюдии: в частности, здесь целесообразно использовать четкую артикуляцию и звукоизвлечение «ударного» типа, активную пальцевую технику при относительно неподвижной кисти, яркую и даже нарочитую динамику, при этом ритмическая острота и характерная для джаза «рубатность» не должны сглаживать танцевальную четкость музыки.

Как показывает наш опыт внедрения жанрового подхода, все эти аналитические аспекты очень полезны при освоении музыкального текста обучающимся-пианистом, однако особую практическую ценность и осознанность они приобретают для студента только в процессе непосредственной исполнительской реализации – то есть при возможности «услышать» и оценить различные исполнительские версии, оценить жизнеспособность собственной интерпретаторской позиции. Поэтому мы считаем необходимым обязательно включать в образовательный процесс прослушивание различных записей изучаемого произведения в исполнении высокопрофессиональных пианистов прошлого и современности, а по завершении практического освоения фортепианного цикла Дж. Гершвина – делать аудиозапись исполнения самого студента, чтобы оценить художественный результат «со стороны» и сравнить его с наиболее интересными записями мастеров. Весь цикл фортепианных прелюдий Дж. Гершвина полезно услышать в интерпретации самого композитора, а также ознакомиться с весьма своеобразными трактовками Оскара Леванта и Григория Гинзбурга. Вторую прелюдию, исполненную как отдельное произведение, мы рекомендуем послушать в исполнении Лазаря Бермана и Евгения Кисина, которые интерпретируют ее в очень характерном стиле – образно говоря, в «блюзовых тонах».

Заключение

Таким образом, используя в музыкально-образовательном процессе жанровый подход, мы добиваемся того, что обучающийся-пианист полностью проходит весь путь от восприятия и осознания музыки до самостоятельной ее интерпретации. Подобным способом мы моделируем будущую профессиональную деятельность музыканта-исполнителя и тем самым приближаемся к весьма действенному педагогическому принципу «использования в учебно-воспитательной практике моделирования действий музыканта-профессионала <…>. В процессе моделирования творческой деятельности учащиеся видят определенный эталон, постигают его структуру, закономерности, внутреннюю сущность» [4], приобретают принципиально важные навыки, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности. Обобщая опыт реализации жанрового подхода в сфере фортепианной педагогики, мы можем констатировать, что особенно ценным он оказывается в тех случаях, когда студент сталкивается с произведениями сложной жанровой природы, экспериментального характера, созданными под влиянием разностилевых тенденций и т.п. Современная фортепианная литература изобилует такими примерами, остро ставя перед начинающим пианистом проблему понимания и интерпретации музыки XX в. В решении этой проблемы существенную помощь способен оказать жанровый подход, помогающий «интегрировать исполнительские навыки пианистов в целостную картину их представлений о музыкальной культуре как системе, усваивать ее диахронические и синхронические векторы развития» [12, с. 100]. Как видим, роль жанрового подхода в процессе воспитания современного музыканта-исполнителя очень значительна, и потому он должен активнее изучаться и внедряться в музыкально-образовательную практику.

Список литературы

1. Толмачева Э.Г. Методика реализации жанрового подхода в профессиональном обучении пианистов (на примере фортепианных циклов композиторов XX в.) // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=29678 (дата обращения: 10.07.2021).

2. Орлова Т.С. Жанровый подход к организации восприятия музыки как средство творческого развития учащихся детских музыкальных школ // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. 2018. № 2 (33). С. 33–37.

3. Орлова Т.С. Жанровый подход к обучению музыке в условиях дополнительного образования: автореф. дис. … канд. пед. наук. Волгоград, 2019. 25 с.

4. Гончарова В.С. Музыкальная педагогика в контексте интеграционных процессов в образовании // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 8. С. 138–143. [Электронный ресурс]. URL: http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38187 (дата обращения: 10.07.2021).

5. Карпычев М.Г. О некоторых особенностях эффективной самостоятельной работы пианиста // Вестник музыкальной науки. 2019. № 2 (24). С. 113–121.

6. Лубяная Е.В. Фортепиано в джазе на рубеже XX–XXI вв.: традиции, новации, эксперименты // Южно-Российский музыкальный альманах. 2013. № 2 (13). С. 50–54.

7. Jablonsky E. Gershwin: a biography with a new critical discography. New York: Da Capo Press, 1998. 448 p.

8. Букреев В.А. Интеграция и ассимиляция музыкальных компонентов джазовой и академической музыки в творчестве композиторов США с начала XX в. // Вестник культурологии. 2021. № 2 (97). С. 79–89.

9. Овчинников Е.В. История джаза. Вып 1. М.: Музыка, 1994. 240 с.

10. Манулкина О.Б. От Айвза до Адамса: американская музыка XX века. СПб.: Изд-во Ивана Лимбаха, 2010. 777 с.

11. Самвелян Т.Э. Полижанровость в фортепианных произведениях Шопена: автореф. дис. … канд. искусствоведения. М., 2000. 24 с.

12. Каишаури Э.Г., Кузнецова А.В. Роль жанрового подхода в процессе музыкального обучения и воспитания пианиста // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2019. Т. 4. № 4. С. 98–102.

УДК 378.1

ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ТУРИЗМОМ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ

Чжан Ян

Хэйхэский университет, Хэйхэ, e-mail: science_heihe@mail.ru

В современном мире туризм играет важную роль в политической, экономической и социокультурной жизни общества. Специалисты, работающие в этой отрасли, являются своего рода проводниками в жизнь и культуру другой страны. Поэтому они должны быть не только всесторонне развиты, но и обладать достаточно высокими профессиональными, в том числе практическими, знаниями, умениями, навыками и компетенциями. Достичь такого уровня профессиональной подготовки в университете возможно при тесном взаимодействии с предприятиями туристской отрасли. Одной из форм подобного взаимодействия может быть, по мнению автора, совместное обучение. Совместное обучение в данном случае понимается как форма обучения, в ходе которой теоретическая подготовка в вузе сочетается с практической подготовкой на предприятии. В данной статье автором предпринята попытка теоретического обоснования модели профессиональной подготовки специалиста в сфере управления туризмом на основе совместного обучения. Разработанная модель состоит из трех взаимосвязанных блоков – целеполагания, формирования компетенций, оценивания результатов. Основу модели составляют принципы совместного обучения, положения системного и личностно-ориентированного подходов; методы обучения (теоретические, практико-ориентированные, игровые, проблемные и др.). Статья представляет собой исследовательский проект, посвященный рассмотрению вопросов бизнес-расходов на фундаментальные научные исследования провинциальных колледжей и университетов в рамках деятельности Департамента образования провинции Хэйлунцзян. Название проекта: «Исследование инновационной модели сотрудничества университетов и предприятий, интеграции промышленности и образования в рамках совместного обучения по специальности управления туризмом в колледжах и университетах на фоне новой эры». Номер проекта: 2018-KYYWF-1286. Статья представляет собой проект реформы системы высшего образования в провинции Хэйлунцзян. Название проекта: «Реформа и практика модели обучения талантливых специалистов в рамках сотрудничества школ и предприятий для специальностей сферы управления туризмом в прикладных колледжах». Номер проекта: SJGY20180346.

Ключевые слова: модель, совместное обучение, вуз, предприятие, обучающийся, студент, профессиональная подготовка, системный подход, личностно-ориентированный подход, принцип

SUBSTANTIATION OF THE MODEL OF TRAINING SPECIALISTS IN THE FIELD OF TOURISM MANAGEMENT BASED ON THE PRINCIPLES OF JOINT EDUCATION

Chzhan Yan

Heihe University, Heihe, e-mail: science_heihe@mail.ru

In the modern world, tourism plays an important role in the political, economic and socio-cultural life of society. Specialists working in this industry are a kind of «guides» to the life and culture of another country. Therefore, they should not only be comprehensively developed, but also have sufficiently high professional, including practical knowledge, skills and competencies. It is possible to achieve such a level of professional training at the university in close cooperation with the enterprises of the tourism industry. One of the forms of such interaction can be, according to the author, joint education. In this case, joint education is understood as a form of training, during which theoretical training at a university is combined with practical training at an enterprise. In this article, the author attempts to theoretically substantiate the model of professional training of a specialist in the field of tourism management on the basis of joint education. The developed model consists of three interrelated blocks – goal setting, competence formation, and evaluation of results. The model is based on the principles of joint learning, the provisions of systematic and personality-oriented approaches; teaching methods (theoretical, practice-oriented, game-based, problem-based, etc.). The article is a research project devoted to the consideration of business expenses for basic scientific research of provincial colleges and universities within the framework of the activities of the Department of Education of Heilongjiang Province. Project title: «Research of an innovative model of cooperation between universities and enterprises, integration of industry and education in the framework of joint training in the specialty of tourism management in colleges and universities against the background of a new era». Project number: 2018-KYYWF-1286. The article is a draft of the reform of the higher education system in Heilongjiang Province. Project title: «Reform and practice of the model of training talented specialists in the framework of cooperation between schools and enterprises for the specialties of tourism management in applied colleges». Project number: SJGY20180346.

Keywords: model, joint education, university, enterprise, student, student, professional training, system approach, personality-oriented approach, principle

Одной из интенсивно развивающихся отраслей экономики является туризм. Развитие туристской деятельности предоставляет многим странам возможности и вызовы. Так, в качестве возможностей Всемирная туристская организация называет борьбу с нищетой за счет появления новых рабочих мест, развитие малого и среднего бизнеса в зоне скопления туристов. Вызовы заключаются в обеспечении

конкурентоспособности и устойчивости предприятий и организаций этой отрасли в условиях существования большого количества конкурентов.

Решение этой проблемы видится в накоплении человеческого капитала в туристской отрасли. Человеческий капитал играет приоритетную роль в формировании инновационной экономики любого государства и не может существовать отдельно от нее [1, 2].

Человеческий капитал, или human capital, представляет собой совокупность знаний, умений и навыков, которые могут использоваться для удовлетворения множества потребностей человека и общества в целом. Следует отметить, что ранее под человеческим капиталом понималась совокупность инвестиций в человека, повышающая его способность к труду. Впоследствии это определение расширилось и стало включать в себя также потребительские расходы человека и расходы государства на эти цели [3–5]. Однако в рамках нашей статьи мы считаем возможным понимать под человеческим капиталом ресурс экономического развития государства, нашедший свое воплощение в человеке. Другими словами, человеческий капитал – это люди или специалисты, обладающие определенным набором знаний, умений, навыков и компетенций, способные вести эффективную деятельность и приносить доход.

Человеческий капитал важен для сферы управления туризмом. Всемирная туристская организация подчеркивает, что для человеческого капитала этой сферы характерны такие эпитеты, как «распространенный», «высококвалифицированный», «высокомотивированный» и «способный извлекать выгоду». Если раскрыть суть названных эпитетов, то получится следующее: «распространенный» – человеческий капитал доступен на всех уровнях туристской деятельности, начиная с уровня менеджера по туризму и заканчивая руководящими должностями; «высококвалифицированный» – человек, имеющий необходимый уровень образования и обладающий большим практическим опытом работы; «высокомотивированный» – человек, осознающий свою роль и важность правильности своих действий в ходе работы, проявляющий заинтересованность в результате; «способный извлекать выгоду» – действия человеческого капитала не только обеспечивают экономическую выгоду предприятию или организации туристского сектора, но и приносят пользу самому человеку в виде получаемых опыта и компетенций.

Одной из целей развития туристской отрасли на период до 2030 г., по данным Всемирной туристской организации, служит предоставление качественного образования будущему специалисту в сфере управления туризмом. Уровень теоретической и практической подготовленности конкурентоспособного специалиста играет важную роль в дальнейшем развитии и процветании отрасли.

В настоящее время профессия специалиста в сфере управления туризмом является одной из самых востребованных на рынке занятости. Так, например, в 2020/2021 учебном году одну из профессий в названной отрасли можно было освоить в 636 учебных заведениях России. Следует отметить, что подготовка кадров в сфере управления туризмом строится на теоретическом и практическом уровнях. Получаемые на занятиях знания студенты могут применить на семинарских занятиях в ходе решения квазипрофессиональных задач или выполнения кейсовых заданий, во время прохождения учебной или производственной практик на предприятии. Проанализировав условия организации подготовки специалистов в сфере управления туризмом, мы пришли к выводу, что в образовательный процесс необходимо включать больше мероприятий, направленных на практическое овладение профессией, а именно проведение интерактивных лекций, мастер-классов преподавателями-практиками и представителями предприятий туристской отрасли; организацию выездных занятий на предприятиях; решение кейс-стади с привлечением в качестве консультантов ведущих специалистов предприятий туристской отрасли, и т.п. По нашему мнению, одной из возможностей более тесного сотрудничества университетов и предприятий туристской отрасли в части подготовки конкурентоспособных кадров является внедрение совместного обучения.

Целями исследования являются разработка и теоретическое обоснование модели подготовки специалистов в сфере управления туризмом на основе принципов совместного обучения.

Материалы и методы исследования

Ключевым методом, используемым при проведении исследования, стал метод моделирования. Сегодня моделирование применяется достаточно широко для представления сложных объектов. По мнению Н.М. Амосова, модель представляет собой универсальный способ познания [6]. При этом модель – это условный образ объекта, служащий для выражения отношения между знаниями человека об объекте и самим объектом, а также являющийся формой разрешения диалектического про-

тиворечия между теорией и практикой [6]. Метод моделирования позволяет представить исследуемую проблему в виде системы со всеми структурными взаимосвязями [7]. Изучив и проанализировав основные подходы к формированию педагогических моделей, мы сочли возможным разработать модель подготовки специалистов сферы управления туризмом на основе совместного обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

Совместное обучение, основоположником которого является педагог Г. Шнайдер, называют также кооперативным обучением. В нашей статье мы будем использовать понятие «совместное обучение».

Совместное обучение представляет собой форму обучения, которая объединяет очные занятия (занятия в аудитории) с практической подготовкой (занятия на предприятии). В таком виде совместное обучение является хорошо структурированным и обеспечивает «академический успех» обучающихся, способствует быстрому переходу выпускников от обучения к непосредственно работе по специальности. Это становится возможным за счет чередования учебного семестра с так называемым рабочим семестром, или семестром на предприятии. Также совместное обучение предполагает тесное взаимодействие вуза и предприятия-партнера, которое направлено на профессиональную подготовку конкурентоспособного специалиста в сфере управления туризмом.

На наш взгляд, профессиональная подготовка специалиста в сфере управления туризмом должна строиться на основе двух методологических подходов – системного и личностно-ориентированного. Системный подход является своего рода общеметодологическим принципом науки, при котором любой объект представляет собой совокупность взаимосвязанных компонентов [8]. Подобный объект имеет цель, располагает ресурсами, связан с внешней средой и предполагает обратную связь. Суть системного подхода заключается в рассмотрении каждого объекта в процессе исследования как элемента общей, большой и сложной системы [8]. Личностно-ориентированный подход предполагает учет в ходе обучения целостной личности обучающегося; воспитание, развитие и образование всех обучающихся; отношение к каждому обучающему как к индивидуальности [9, 10].

По нашему мнению, модель подготовки специалистов в сфере управления туризмом может состоять из трех блоков – блока целеполагания, блока формирования компетенций, блока оценивания результатов. Кратко охарактеризуем каждый блок.

Блок целеполагания является одним из важных компонентов педагогического процесса и включает в себя цель и задачи. Основной целью модели служит подготовка конкурентоспособного специалиста в сфере управления туризмом на основе совместного обучения. Цель реализуется через следующие задачи:

– применение в образовательном процессе принципов совместного обучения;

– формирование знаний, умений, навыков и компетенций у обучающего с использованием конкретных методов, средств обучения и форм работы;

– внедрение в образовательный процесс активных методов обучения.

Блок целеполагания напрямую связан с блоком формирования компетенций. Согласно ФГОС ВО по направлению подготовки 43.03.02 «Туризм» и 43.04.02 «Туризм», у обучающихся в процессе обучения формируются три группы компетенций: универсальные, общепрофессиональные и профессиональные. К универсальным компетенциям относятся такие категории, как системное и критическое мышление, лидерство, командная работа, коммуникация и др. Общепрофессиональные компетенции охватывают вопросы, касающиеся управления, технологий, исследований и др. Профессиональные компетенции включают в себя вопросы, касающиеся управления проектами в туристской отрасли, модернизации объектов туристской отрасли, разработки туристических пакетов и др.

Проанализировав основные виды деятельности специалиста в сфере управления туризмом, мы сочли возможным разделить блок формирования компетенций на три уровня – образовательный, научно-исследовательский и внеучебный.

Образовательный уровень. Обучение в университете – это процесс всестороннего развития личности студента посредством предоставляемых ему знаний, умений, навыков и формируемых у него компетенций. Согласно учебному плану, студенты изучают дисциплины базовой и вариативной частей. В базовую часть входят обязательные общеобразовательные дисциплины (например, история, философия, иностранный язык и др.), общепрофессиональные дисциплины (например, экономическая и социальная география, основы социального государства и др.). Вариативная часть представлена профессиональными дисциплинами, в ходе изучения которых у студентов формируются профессиональные знания,

умения и навыки (например, организация туристской деятельности, природный туризм и др.). Также обучение в вузе предполагает прохождение различного вида практик (например, учебной практики, производственной практики, преддипломной практики и др.). Особенностью практик является то, что каждая из них имеет свой компонент, а именно, например, в рамках производственной/преддипломной практики студенты могут выполнять научно-исследовательскую работу; при прохождении преддипломной практики могут применить полученные знания, умения и навыки в ходе практической деятельности на предприятии, и т.д.

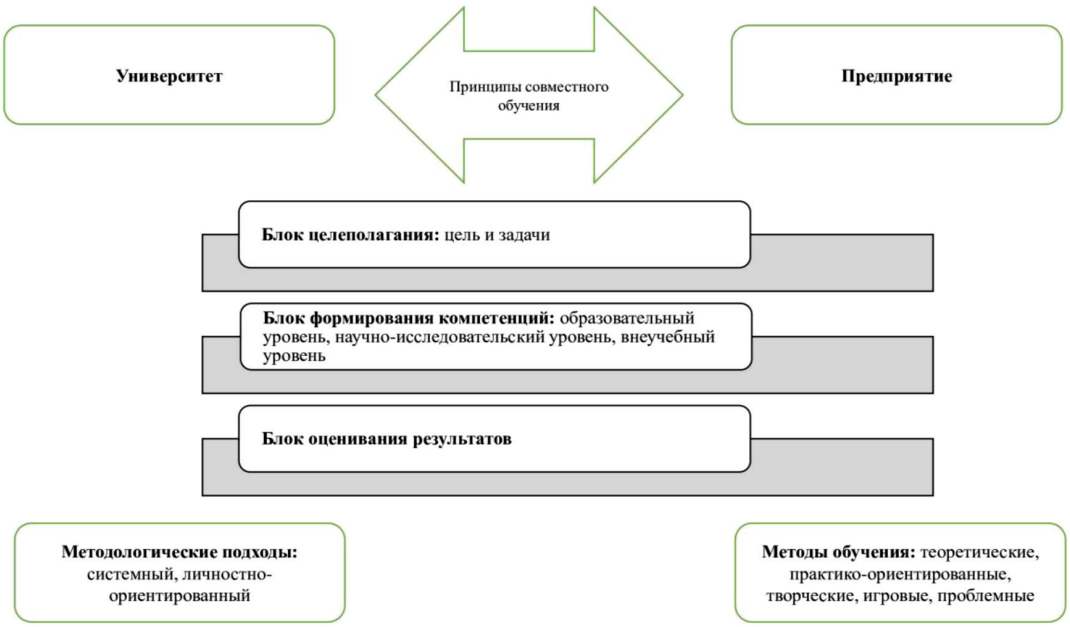
Научно-исследовательский уровень. Научно-исследовательская работа студентов является важной составляющей процесса обучения в вузе. При выполнении научной работы у студентов формируются системное и аналитическое мышление, навыки работы со специальной литературой, навыки применения полученных знаний на практике, навыки поиска решений проблемы, в том числе и нестандартных. Основными формами организации научно-исследовательской работы в вузе служат семинары, лабораторные работы, курсовые работы, рефераты. Результаты своих исследований обучающиеся представляют на научных конференциях, публикуют их в научных статьях, участвуют в студенческих научных объединениях.

Внеучебный уровень. Этот уровень, на наш взгляд, охватывает все мероприятия, которые проводятся как в рамках учебного процесса, так и за его пределами. Среди самых распространенных можно выделить научные мероприятия – семинары, конференции, форумы; образовательные мероприятия – олимпиады, квесты, чемпионаты. Внеучебный уровень характеризуется тем, что здесь у студентов есть возможность апробировать все умения и навыки, которые были получены ими на занятиях.

Также в блок формирования компетенций мы включили методы обучения, которые могут активно применяться при совместном обучении. Среди этих методов особо хотелось бы выделить деловую игру и кейс-стади, применение которых направлено, в первую очередь, на формирование профессиональных умений и навыков; на отработку навыков использования полученных знаний при решении практических задач. Следует отметить, что названные методы не являются единственно применяемыми в учебном процессе по подготовке специалиста в сфере управления туризмом.

Еще одним блоком модели выделен нами блок оценивания результатов. Он предполагает проведение промежуточных и контрольно-оценочных процедур, а также исследование результативности проводимых мероприятий.

Описанная модель представлена на рисунке.



Модель подготовки специалистов в сфере управления туризмом на основе принципов совместного обучения

Заключение

Формирование конкурентоспособного специалиста в сфере управления туризмом является задачей, которая может быть решена при тесном взаимодействии вуза и предприятия туристской отрасли. Одной из возможностей подобного взаимодействия представляется совместное обучение, основывающееся на принципах непрерывности, преемственности, фундаментальности, профессиональной направленности, инновационности и индивидуальности.

Представленная нами модель профессиональной подготовки специалиста в сфере управления туризмом представляет собой открытую систему, включающую целеполагание, формирование компетенций в ходе обучения и оценивание полученных результатов. Применяемые положения системного и личностно-ориентированного подходов, а также методы обучения делают процесс профессиональной подготовки специалистов в сфере туризма более эффективным.

Взаимодействие вуза и предприятия обеспечивает будущему специалисту возможность практической реализации полученных знаний на практике еще в ходе обучения, способствует осознанию важности сделанного выбора профессии, облегчает переход из статуса выпускника в статус компетентного, высококвалифицированного специалиста.

Список литературы

1. Жуковская И.Ф. Человеческий капитал – главный фактор развития современной экономики // Экономика образования. 2015. № 1. С. 63–68.

2. Шестакова И.Г. Человеческий капитал в цифровую эпоху // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2018. № 1. С. 56–63.

3. Кобелева А.А. Человеческий капитал: понятийный аппарат и структура // Экономические исследования. 2017. № 4. С. 3–4.

4. Константинов И. Человеческий капитал и стратегия национальных проектов // Открытая электронная газета. [Электронный ресурс]. URL: https://forum-msk.org (дата обращения: 15.07.2021).

5. Нестеров Л., Аширова Г. Национальное богатство и человеческий капитал // Вопросы экономики. 2003. № 2. С. 103–110.

6. Амосов Н.М. Моделирование сложных систем. Киев: Наукова думка, 1968. 88 с.

7. Платонова Р.И. Моделирование в научно-педагогических исследованиях // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т. 6. № 3 (20). С. 190–194.

8. Никулина Н.Н., Давитян М.Г., Шевченко С.Н. Системный подход в педагогике как общеметодологический принцип науки // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 111. С. 986–1005.

9. Гульянц С.М. Сущность личностно-ориентированного подхода в обучении с точки зрения современных образовательных концепций // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2009. № 2. С. 40–52.

10. Смолеусова Т.В. Концепция личностно-ориентированного подхода в образовании на основе проявления личности // Вестник НГПУ. 2016. № 6 (34). С. 7–16.

УДК 37.035.7:378

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ КУРСАНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВЫСШЕГО ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Шартдинов А.Ш., Берлов М.А.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: shartdinov71@gmail.com, berlov.mihail@yandex.ru

В достаточно тяжелые для всего мира реалии сегодняшнего дня, в переходные периоды глобальных кризисов и/или политической и социальной нестабильности проблема патриотического воспитания подрастающего поколения, как рычага управления обществом и механизма сохранения стабильности и целостности нашего государства в будущем, становится особенно актуально. На сегодняшний день выделены несколько компонентов патриотического воспитания: когнитивный, который содержит ценности патриотического направления; этноидентификационный, предстающий как опыт идентификации личности с этносом, его традициями и культурой; эмоционально-мотивационный, трактующийся как богатство чувств, переживаний, потребностей, мотивов патриотического направления; практический компонент, как способность к предметно-преобразовательной, краеведческо-поисковой деятельности и работе по сохранению родной природы и памятников национальной культуры. В статье раскрыты особенности патриотического воспитания курсантов в образовательно-воспитательной среде высшего военного учебного заведения с точки зрения исторических и современных подходов к рассматриваемой проблематике с учетом всех компонентов патриотического воспитания. Кратко рассмотрены основные направления и пути решения проблем патриотического воспитания на современном этапе становления патриотического осознания русского народа, выделены направления и условия реализации данной проблемы в народной педагогике.

Ключевые слова: патриотическое воспитание, патриотизм, курсант, военный вуз

THE CURRENT STATE AND WAYS OF IMPROVING THE PATRIOTIC EDUCATION OF COURSERS IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF A HIGHER MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION

Shartdinov A.Sh., Berlov M.A.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: shartdinov71@gmail.com, berlov.mihail@yandex.ru

In today's rather difficult realities for the whole world, in the transitional periods of global crises and / or political and social instability, the problem of patriotic education of the younger generation, as a lever for managing society and a mechanism for maintaining the stability and integrity of our state in the future, becomes especially relevant. To date, several components of patriotic education have been identified: cognitive, which contains the values of the patriotic direction; ethno-identification, which appears as the experience of identifying a person with an ethnos, its traditions and culture; emotional and motivational, interpreted as a wealth of feelings, experiences, needs, motives of the patriotic direction; a practical component, as the ability for subject-transformative, local history and search activities and work to preserve the native nature and monuments of national culture. The article reveals the features of the patriotic education of cadets in the educational environment of a higher military educational institution from the point of view of historical and modern approaches to the problems under consideration, taking into account all the components of patriotic education. The main directions and ways of solving the problems of patriotic education at the present stage of the formation of patriotic awareness of the Russian people are briefly considered, directions and conditions for the implementation of this problem in folk pedagogy are highlighted.

Keywords: patriotic education, patriotism, cadet, military university

На пути глобальных ожиданий человечества есть множество проблем, требующих смелости, реализма и анализа влияния новых идей и идеалов на изменение системы ценностей, отход от существующих решений в формировании и развитии людей, в поиске смысла жизни и творчестве, в различных сферах деятельности. Меняющийся мир требует постоянных усилий определения современных критериев прогресса и создания конкретной системы воспитания современного поколения молодежи. Это невозможно сделать без переоценки роли, функций и задач системы образования, в том числе высших учебных учреждений, воспитывающих будущих творцов современного общества [1].

Подготовка военных специалистов в гражданских вузах дает оптимальное решение проблемы подготовки квалифицированных специалистов для оборонно-промышленного комплекса и других государственных органов исполнительной власти, предусматривающих военную службу, не считая подготовку для работы по гражданским специальностям. Этот проект даёт много положительного в дальнейшей жизни, два образования: воен-

ное и гражданское, хорошую подготовку, как умственную, так и физическую, опыт работы с квалифицированными офицерами, которые делятся своими знаниями, умениями и личным опытом. Немаловажным направлением в работе педагогического состава любого вуза нашего государства является вопрос патриотического воспитания современной студенческой молодежи в целом, и курсантов военных вузов РФ в частности [2].

Цель исследования: на основе анализа и обобщения современного состояния предложить пути улучшения патриотического воспитания курсантов в образовательно-воспитательной среде высшего военного учебного заведения.

Методы исследования: анализ литературных источников, обобщение.

Результаты исследования и их обсуждение

Понятие «патриот» (от греческого patriots – земляк, соотечественник) характеризует человека, который любит свою Родину, предан своему народу, готов идти на жертвы во имя своей Родины. Патриотизм, в свою очередь, – это «любовь к Родине, своему народу, забота о его благе, содействие становлению и утверждению РФ как суверенного, правового, демократического, социального государства, готовность отстоять ее независимость, служить и защищать ее, разделить свою судьбу с судьбой своего народа и государства» [2]. Патриотизм – главная духовная добродетель, влияющая на жизнеспособность государства, являясь опорой развития общества, на нравственные качества гражданина, формирование патриотического чувства самоотверженности, формирование развития и жизнеобеспечения нации и государства. В то же время патриотизм предполагает открытие в самом себе беззаветной преданности Родине, способность бескорыстно радоваться ее успехам, совершенствование ее, служение ей, сочетание своей судьбы с ее судьбой, а не любовь к России издали. Поощрение патриотизма занимало видное место в истории государственного образования в России, всегда с идеей о том, что патриотизм является одновременно необходимым атрибутом и важной мотивационной основой гражданственности [3].

Патриотическое воспитание молодого поколения как одно из важнейших направлений государственной молодежной политики находится в центре внимания в нашей стране. При этом воспитание патриотической молодежи не заканчивается работой учебных заведений. Изначально эта просветительская работа, начатая с семьи, продолжается в учебных заведениях, вырабатывается положительными примерами в действиях всего общества, каждого из его членов. Патриотическое воспитание очень важно для формирования любви и привязанности к Родине, гражданской ответственности, готовности в любой момент встать на защиту Родины и ее народа.

Патриотическое воспитание в структуре образования молодежи понимается как систематическая и целенаправленная деятельность субъектов учебного заведения профессионального образования, государственных учреждений и общественных организаций, направленная на формирование у учащихся гражданской ответственности и правового самосознания на основе ощущения верности Отечеству и готовности к выполнению гражданского долга, патриотического сознания конституционных обязанностей по защите интересов Родины, духовности и культуры, мотивации, самостоятельности, толерантности, умения успешно социализироваться в обществе.

Изучая психологические аспекты патриотического воспитания, можно утверждать, что отношение личности к Родине отражает ее социально-психологическую позицию. Вероятно, именно отношение связано с такой характеристикой психики, как ментальность. Ментальность создает для человека возможность отождествлять себя с определенным народом, определенной культурой, то есть проявлять свой менталитет. Менталитет составляет философско-психологическую основу патриотизма, поскольку формируется в процессе сопоставления культур различных цивилизаций. Анализ психолого-педагогической литературы позволяет утверждать, что менталитет – это совокупность моральных, психических и интеллектуальных особенностей мышления определенного народа, оказывается в культуре, поведении, взглядах, обычаях и т.д. [4]. Исходя из такого понимания понятия «патриотическое воспитание», его предметом являются такие категории, как национальная идея; национальная культура и родной язык; история народа и государства; самоопределение, самоидентификация категории Родины, лидеры и герои народа, нации, государства; родной край, город, село; родные мать, отец. Исходя из этого, определена структура патриотизма, которую составляют такие компоненты:

1) духовно-нравственный (чувство любви к Родине, моральной ответственности перед ней, ощущение духовной связи со своим народом);

2) когнитивный (комплексные знания по истории и культуре Родины, патриотическое сознание);

3) ценностный (потребность в интериоризации системы духовно-нравственных и культурных национальных и общечеловеческих ценностей);

4) деятельностный (готовность действовать на благо своей страны, отстаивать ее интересы и т.д.);

5) идентификационный:

– этническая самоидентификация (толерантное отношение к представителям других народов на основе позитивной этнической самоидентификации);

– национальная идентификация (национальное достоинство, чувство своей принадлежности к нации, позитивное отношение к соотечественникам);

– гражданственность (потребность в надлежащем исполнении гражданских обязанностей) [4].

Патриотическое воспитание состоит из системы нескольких компонентов.

Когнитивный компонент патриотического воспитания содержит ценности патриотического направления, в которых аккумулируются знания о государстве, народе, его истории и современности. Данный компонент определяется пониманием атрибутов собственного государства, своих прав и обязанностей, убеждением в развитии России как инновационно целенаправленного государства и пониманием важности саморазвития для содействия укреплению государственности и общественного благосостояния.

Этноидентификационный компонент предстает как опыт идентификации личности с этносом, его традициями и культурой. Он проявляется в способности включаться в деятельность, направленную на познание культуры и традиций своего региона для сохранения этих достижений для будущих поколений.

Эмоционально-мотивационный компонент – это богатство чувств, переживаний, потребностей, мотивов патриотического направления. Этот компонент формируется в процессе учебной, краеведческо-поисковой, предметно-превращающей деятельности, направленной на сохранение исторической памяти родного края, памятников культуры, чествования выдающихся лиц конкретного региона. Наличие переживаний, потребностей и мотивов патриотического направления позволяет активно включаться в разнообразные виды деятельности.

Практический компонент – способность к предметно-преобразовательной, краеведческо-поисковой деятельности и работе по сохранению родной природы и памятников национальной культуры. В практическом компоненте существенным становится выявление познавательных, поисковых, организаторских, предметно-превращающих умений и умений субъект-субъектного взаимодействия как основы патриотических навыков курсанта [5].

Формирование познавательных, поисковых, организаторских, предметно-превращающих, эмпатийных навыков создает условия для развития патриотических чувств, которые, благодаря укреплению внутренней мотивации, являются основой становления патриотических убеждений курсанта.

Содержание современных учебных программ имеет значительный образовательный и воспитательный потенциал. Его реализация зависит от целенаправленного выбора содержания учебного материала, который дает учащимся истинный пример нравственности, патриотизма, духовности, гражданственности и гуманности. Содержание воспитательного процесса является мощным инструментом, влияющим на структуру личности учащегося. Однако содержание может быть образовательным инструментом только в том случае, если оно доведено до сознания обучающегося на основе прочного восприятия. В связи с этим следует широко использовать системные знания и через них междисциплинарные связи, интегрированные курсы, которые способствуют формированию системы убеждений и взглядов курсантов. Следует отметить, что в процессе воспитания в духе патриотизма важными являются материалы по истории и культуре, способствующие формированию нравственных чувств, формирующие ценностную ориентацию курсантов. Важно показать молодым людям, что прогрессивные, гуманные идеи прошлого имеют исторические корни в принципах действий и текущих проблемах. Современный специалист должен быть носителем гуманизма и ярким примером гражданина и патриота, что создает условия для развития гуманистически ориентированного конкурентоспособного гражданского общества [3].

В процессе развития общества содержание образования меняется, но педагогика всегда рассматривает человека как субъект образования, а эффект образования направлен на его совершенствование. Это позволяет определять феномен образования как трансформирующее действие, которое изменяет сознание, психологию, ценности, методы познания и действия, способствующие качественному росту и развитию личности. Идеалами в патриотическом воспи-

тании могут выступать духовные ценности этических, эстетических и художественных культур, а также свойства самой личности – ума, воли и других способностей, находя свое воплощение в различных видах деятельности. Очень важно в патриотическом воспитании формирование таких установок, как дисциплина, соблюдение закона, забота, трудолюбие, последовательность, самодисциплина, доверие к людям, активность, миролюбие [6]. Формирование и развитие личности происходит в различных видах деятельности, поэтому формирование патриотизма как неотъемлемой части социально-нравственной направленности личности осуществляется в процессе деятельности курсантов, которая организуется педагогами с использованием различных методов, средств и форм учебно-воспитательной работы [7]. Патриотическое воспитание должно быть соотнесено с содержанием и задачами других направлений воспитания с учетом гармоничного развития различных сфер личности курсанта. При выполнении задач патриотического воспитания необходимо сохранять гибкость взаимодействия с учетом реакции самих учащихся и образовательно-воспитательной среды вуза [4].

Необходимым является формирование культурологической среды, предусматривающей развитие культурно-знаниевого, мотивационно-личностного и деятельностно-практического компонентов патриотизма курсантов военного вуза. Весомой составляющей образовательно-воспитательной среды вуза в этом контексте является система воспитательной работы, предусматривающая:

– развитие личности курсанта как субъекта собственной жизни:

– создание условий для самореализации, самовыражения и проявления творческих способностей и наклонностей каждого курсанта;

– формирование профессии и качеств будущих специалистов через привлечение к различным видам деятельности (досуговой, художественно-творческой, спортивной, общественно-полезной и т. п.);

– формирование активной позиции каждого курсанта в общественной жизни вуза и государства [8].

Проблема профессионально-педагогической подготовки курсанта решается с учетом различных подходов: целостного, системного, деятельностного, личностного и их сочетания.

Современными российскими исследователями уделяется значительное внимание проблемам патриотического воспитания курсантов (слушателей) высших военных учебных заведений. Так, анализу социально-педагогических условий эффективности системы воспитания патриотизма у офицеров в военном вузе РФ посвящено исследование О.Д. Лопухи [9], где поставлен ряд актуальных проблем патриотического воспитания в военном вузе, в частности: определена сущность и содержание патриотизма военных кадров; разработана концепция современной системы патриотического воспитания военных кадров. Предметом исследования В.Е. Уткина стали состав и особенности комплекса социально-педагогических условий патриотической подготовки офицеров в учебно-воспитательном процессе и повседневной жизнедеятельности подразделений. В исследовании раскрыты сущность, структура, содержание и динамика развития понятия «патриотизм». Автор выделяет расширенные сущностные характеристики военно-патриотического воспитания в новых геополитических условиях [10].

Г.А. Ильин в патриотическом воспитании учащихся военных учебных центров выделяет ряд направлений и форм по его организации, главными из которых являются:

1. Развитие военно-профессиональных достоинств, требуемых в целях военной обороны Отечества в процессе ежедневного обучения.

2. Героико-патриотическое формирование на базе освоения военной истории.

3. Развитие на воинских традициях Российской армии.

4. Армейские ритуалы, под которыми понимаются исторически сформировавшиеся формы поведения военных в процессе обычаев, праздничных, а также траурных церемоний, совершаемых в обыденной жизни войск, в период торжественных праздников, значимых действий военной службы, а также в иных случаях.

5. Объяснение значения и содержания национально-общегосударственной символики РФ – герба, флага и гимна.

6. Развитие на основе традиционных отечественных духовных ценностей, используя морально-этические нормы и азы нравственности [9].

Цель патриотического воспитания курсантов в военном и гражданском вузе (включая учебные военные центры) может быть достигнута путем реализации следующих воспитательных задач:

– реализация индивидуального подхода к личности и воспитанию;

– обеспечение условий для самореализации личности в соответствии с ее способностями, собственными и общественными потребностями и интересами;

– развитие мировоззренческой культуры курсанта, его ценностных ориентаций и создание условий для свободного мировоззренческого выбора;

– профессиональное воспитание, предполагающее становление специалиста, который в совершенстве владеет профессиональными знаниями, умеет творчески применять их на практике, принимать нестандартные решения;

– введение молодых людей в мир хозяйственного, социального, политического, культурного опыта цивилизации и своего народа;

– овладение результативными методами и навыками приобретения новых знаний, формирования потребности в постоянном интеллектуальном, духовном и нравственном обогащении и совершенствовании.

Современная система воспитания развивается в соответствии с парадигмой социального воспитания. Она требует личностно ориентированного содержания, что позволит учитывать целостную сущность личности, общечеловеческие и национальные ценности. Идеалами в патриотическом воспитании, как мы считаем, могут выступать духовные ценности этических, эстетических и художественных культур, а также свойства самой личности курсанта – ум, воля и другие способности, которые находят свое воплощение в различных видах студенческой деятельности. Поступив с целью обучения в военный учебный центр, курсант при этом должен стать объектом историко-, гражданско-, военно-, спортивно- и социально-патриотического направления воспитания, проводимого офицерами и сотрудниками центра.

Заключение

Изменения, произошедшие в общественном сознании в последние годы, привели к тому, что наше общество фактически лишилось ценностных ориентиров, противоречивыми стали его духовные и нравственные идеалы. Вследствие этого ценностные установки молодежи формируются во многом как агрессивные и разрушительные в отношении личности, семьи, государства. Особое разрушение испытывают патриотические чувства молодого поколения.

Результат проведенного исследования показал существующее состояние, значимость и необходимость пропаганды и воспитания патриотизма и национального духовного сознания среди курсантов, а образовательный процесс военного вуза, наряду с усовершенствованием образовательной деятельности, нуждается в совершенствовании воспитания патриотизма учащейся молодежи. Патриотическое воспитание, которое рекомендуется реализовывать в военном вузе согласно предложенным задачам, должно быть включено в педагогический процесс любого преподаваемого предмета. Это обуславливает перспективность исследований в сфере разработки и апробации модели, условий и программы патриотического воспитания курсантов в образовательно-воспитательной среде военного учебного центра.

Список литературы

1. Шакирова Е.Ю., Смирнов А.Ю., Смирнова Н.Н. Анализ проблем военно-патриотического воспитания в процессе военно-профессионального обучения курсантов летного вуза // Современный ученый. 2020. № 1. С. 30–36.

2. Селиванов А.В., Гаранго Г. Патриотическое воспитание курсантов // Молодежь XXI века: шаг в будущее: материалы XIX региональной научно-практической конференции. В 3-х томах. 2018. С. 237–238.

3. Голубкин М.К. Особенности гражданско-патриотического воспитания курсантов в современных условиях // Молодежная политика России в контексте глобальных мировых перемен. Материалы международной научно-практической конференции / Под ред. Г.В. Ковалевой. 2018. С. 92–94.

4. Задорожная И.В. Методика патриотического воспитания курсантов военных вузов // Инновационные подходы в современной науке: сборник статей по материалам XLVIII международной научно-практической конференции. 2019. С. 61–68.

5. Задорожная И.В. Особенности патриотического воспитания курсантов и слушателей вузов министерства обороны РФ // Интернаука. 2019. № 25 (107). С. 19–21.

6. Ильин Г.А., Шумаков П.В. Основные направления, формы и методы работы по патриотическому воспитанию учащихся военных учебных центров // Научно-методическая работа в образовательной организации. 2018. № 3 (3). С. 81–85.

7. Баранов Е.В., Савелов Г.А., Алешин А.И., Калач Г.П. Патриотическое воспитание как важнейший ориентир российского образования // Modern Science. 2020. № 9–2. С. 243–246.

8. Бузова Ю.А., Анисимова Н.Н. Стратегические направления патриотического воспитания молодежи в России // Форум молодых ученых. 2020. № 1 (41). С. 100–107.

9. Лопуха А.Д. Социально-педагогические условия эффективности системы воспитания патриотизма у офицеров в высших военно-учебных заведениях: автореф. дис. … докт. пед. наук. Новосибирск, 2002. 25 с.

10. Уткин В.Е. Военно-патриотическое воспитание в системе подготовки будущих офицеров в высших военно-учебных заведениях: автореф. дис. … канд. пед. наук. Казань, 2000. 22 с.

УДК 373.55:37.035

СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ КАК СРЕДСТВО ПРОФИЛАКТИКИ ПРАВОНАРУШЕНИЙ ПОДРОСТКОВ И МОЛОДЕЖИ

Шастин В.В.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева», Красноярск, e-mail: shastin.vova@inbox.ru

В статье исследуется актуальность формирования основ социальной активности обучающихся основной общей и средней общей школы в условиях глобализации и автоматизации экономики страны. Подчеркивается, что исследования по формированию основ социальной активности проводятся в аспекте профилактики правонарушений подростков и молодежи. Констатируется актуализация данного аспекта в настоящее время. Выделяются несколько групп причин правонарушений подростков. Рассматривается профилактика правонарушений как система. Анализируется понятие «социальная активность». Эксплицировано понятие «социальная активность обучающегося». Рассматривается структура социальной активности обучающихся. В структуре выделяются пять компонентов: склонность к законопослушному поведению, самоактуализация личности, ответственность, социализированность, реальные проявления социальной активности. Выделены также уровни развития основ социальной активности: нормативный, нормативно-творческий, продуктивно-творческий. Предлагаются новейшие методы формирования основ социальной активности в образовательных организациях. Предлагаются модель «добровольная молодежная дружина» и модель «отряд профилактики правонарушений подростков и молодежи» как один из новейших методов. Подчеркивается, что данные модели способствуют взаимодействию подростков со старшим поколением и борьбе с эйджизмом. Делается вывод о том, что вышеупомянутые модели способствуют формированию основ социальной активности в основной общей и средней общей школе. Констатируется полезность разработок для совершенствования деятельности сотрудников правоохранительных органов.

Ключевые слова: социальная активность обучающегося, профилактика правонарушений подростков и молодежи, первичная профилактическая работа, структура социальной активности обучающегося, модель «добровольная молодежная дружина», модель «отряд профилактики правонарушений подростков и молодежи», взаимодействие поколений

SOCIALLY SIGNIFICANT ACTIVITY OF STUDENTS AS THE MEANS OF PREVENTING OFFENCES OF ADOLESCENTS AND YOUNG PEOPLE

Shastin V.V.

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Krasnoyarsk, e-mail: shastin.vova@inbox.ru

At the article stated the relevance of social activity fundamentals formation of students of the main general and secondary general schools in the conditions of globalization and automation of the country's economy. Underlined that the researches on the social activity fundamentals are done at the aspect of preventing offences of adolescents and young people. Stated the updating of this aspect nowadays. Worked out several groups of reasons of adolescents offences. Considered the preventing offences as the system. Analyzed the term «social activity». Explicated the term «student social activity». Considered the structure of social activity of students. At the structure are worked out five components: tendency to law-abiding behavior, self-actualization, responsibility, socialization, real manifestations of social activity. Worked out also the elevels of development of social activity fundamentals: normative, normative and creative, productive and creative. Proposed the newest methods of social activity fundamentals formation at educational organizations. Proposed also the model «voluntary youth squad» and the model «the squad for the prevention of offenses of adolescents and young people» as one of the newest method. Underlined that these models promote interaction adolescents with the older generation and the struggle with ageism. Concluded that above-mentioned models promote the social activity fundamentals formation of students of the main general and secondary general schools. Stated the usefulness of researches for the development of activities of law enforcement officers.

Keywords: social activity of student, preventing offences of adolescents and young people, primary preventing work, student social activity structure, model «voluntary youth squad», model « the squad for the prevention of offenses of adolescents and young people», interaction of generations

В настоящее время в условиях глобализации и автоматизации экономики страны и связанных с ними демографических изменений в обществе образование и воспитание «столкнулись с ситуацией, когда в ряде сфер компетенции обучающихся устаревают быстрее, чем заканчивается нормативный срок обучения» [1, с. 80]. Данная тенденция требует совершенно новых подходов инициативных педагогических групп к воспитанию подростков и молодежи и формированию компетенций обучающихся. Широко обсуждаются требуемые компетенции будущего, среди которых немаловажная роль отводится такой компетенции, как социальная активность обучающихся. Посредством социальной активности подросток стремится внести свой вклад в развитие общества лично или в команде, реализовать себя в деятельности как личность. Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О националь-

ных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [2] начата реализация федеральных проектов в рамках национального проекта «Образование», действующего в течение 2019–2024 гг. В данном проекте одной из главных целей названо «воспитание гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей, исторических и национально-культурных традиций» [2], что и придает нашим исследованиям особое значение.

В наших разработках мы исследуем проблему формирования основ социальной активности обучающихся в аспекте профилактики правонарушений подростков и молодежи. Цель исследования – детально разработать организационно-педагогические условия формирования основ социальной активности обучающихся основной общей и средней общей школы и экспериментальным путем проверить их результативность.

Материалы и методы исследования

Состояние и уровень правонарушений подростков и молодежи являются индикаторами стабильного развития любого государства. Среди государств – участников СНГ ведущие позиции по уровню правонарушений подростков и молодежи занимают Россия и Беларусь. Несмотря на то что в последние годы «количественные показатели правонарушений несовершеннолетних стабилизировались и имеют устойчивую тенденцию к снижению, ее качественные характеристики свидетельствуют о возрастании некоторых негативных процессов в подростковой и молодежной среде. Так, увеличивается удельный вес правонарушений, совершенных подростками, имеющими судимость, в общественных местах, в состоянии наркотического опьянения, лицами женского пола» [3]. По данным исследователей современного этапа развития нашего государства, уменьшение количественных показателей правонарушений подростков и молодежи является следствием сокращения численности людей в возрасте до 18 лет [4, 5]. Высокий уровень развития подростковых правонарушений связан с преступлениями корыстными и некорыстными, против чести и достоинства, против здоровья и жизни человека. Выделяются несколько групп причин правонарушений: отрицательное влияние семейных условий; отрицательное влияние в ближайшем окружении: бытовом, учебном, производственном и т.д.; отрицательное влияние Интернета; размывание устойчивой системы ценностей, приоритет материальных ценностей, пропаганда гедонизма и потребительства в средствах массовой информации; влияние оппозиционных общественных формирований на территории России на систему ценностей подростков и молодежи. В соответствии со статистическими данными по правонарушениям, совершенным подростками в России в период 2013–2020 гг., самыми распространенными правонарушениями являлись кражи. В настоящее время появляется все больше информации о том, что подростки кого-то избили или убили. Обозначилась опасная тенденция: число тяжких или особо тяжких преступлений, совершенных подростками, неизменно возрастает. Исключением не является и город Красноярск, в образовательных учреждениях которого мы и занимаемся нашими разработками. Ввиду вышеизложенного в настоящее время аспект профилактики правонарушений подростков и молодежи вновь актуализировался и стал объектом педагогических, психологических и правовых исследований [3–5]. Перед началом разработки наших моделей мы проанализировали систему профилактики правонарушений подростков и молодежи города Красноярска. Система профилактика правонарушений города представлена следующим образом: все органы и учреждения системы в первую очередь разделены по уровням: краевой, городской, районный и местный (в образовательных учреждениях). На каждом уровне существуют специалисты (сотрудники) по профилактике правонарушений. При анализе мы выделили четыре группы специалистов (сотрудников) и волонтеров: 1) специалисты комиссий по делам несовершеннолетних (от краевой исполнительной власти); 2) специалисты учреждений образования, здравоохранения, службы занятости и сотрудники приемников-распределителей (в рамках межведомственного взаимодействия от разных подразделений органов исполнительной власти); 3) сотрудники подразделений по делам несовершеннолетних (от отделов полиции, осуществляющих деятельность в отношении защиты прав несовершеннолетних в рамках действующего законодательства); 4) сотрудники и волонтеры общественных организаций, молодежных объединений, инициативных групп (созданных на территории Красноярского края и краевого центра с целью оказания содействия органам исполнительной власти в деятельности по профилактике правонарушений несовершеннолетних). Основными направлениями деятельности специалистов комиссий по делам несовершеннолетних являются: 1) координация деятельности всех органов и учреждений, осуществляющих

профилактику безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних; 2) мероприятия по непосредственной профилактике безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних; 3) юрисдикционная деятельность. Основными направлениями деятельности специалистов учреждений образования, здравоохранения, службы занятости и сотрудников приемников-распределителей являются: 1) разработка и реализация межведомственных планов работы с несовершеннолетними, составление индивидуальных маршрутов по профилактике правонарушений для несовершеннолетних и их семей; 2) обеспечение своевременной диспансеризации несовершеннолетних с целью укрепления и сохранения здоровья; 3) организация занятости несовершеннолетних в летний период; 4) организация консультаций по психологической помощи несовершеннолетним и их семьям с целью предупреждения девиантного поведения и информирования о включении их в общественно полезную деятельность. Основными направлениями деятельности сотрудников подразделений по делам несовершеннолетних являются: 1) выявление и устранение условий, способствующих безнадзорности и совершению правонарушений и антиобщественных действий несовершеннолетними; 2) защита прав и законных интересов несовершеннолетних. Основными направлениями деятельности сотрудников и волонтеров общественных организаций, молодежных объединений, инициативных групп являются: 1) оказание помощи образовательным учреждениям в выявлении и устранении условий, способствующих безнадзорности и совершению правонарушений несовершеннолетними; 2) контроль соблюдения прав и законных интересов несовершеннолетних; 3) организация досуговых мероприятий несовершеннолетних, включение их в социально активную деятельность; 4) содействие профессиональному самоопределению несовершеннолетних. Мы считаем, что в системе профилактики города Красноярска задействовано достаточно много органов исполнительной власти и учреждений, но данное множество учреждений, к сожалению, до конца не решает проблему роста правонарушений несовершеннолетних. Огромным потенциалом новых методов и технологий профилактики правонарушений, по нашему мнению, владеют сотрудники и волонтеры общественных организаций, так как подростки в силу своей амбициозности и непокорности не признают органы государственной исполнительной власти, но быстро включаются в деятельность общественных организаций, молодежных объединений. Системе профилактики города требуется больше конкурентоспособных общественных организаций правоохранительной направленности с целью предотвращения формирования криминальной системы ценностей у несовершеннолетних. В данном актуальном поле наша инициативная группа начала свою деятельность. Одним из инструментов решения проблемы предупреждения правонарушений подростков и молодежи является формирование основ их социальной активности и, как следствие, включение их в первичную профилактическую деятельность по предотвращению правонарушений. При этом главными технологиями успешности реализации наших моделей служат участие обучающихся в собственно правоохранительной деятельности, использование компьютерных программ и приложений по профилактике правонарушений, сетевое взаимодействие, взаимодействие в проектных школах. Различные периоды времени порождают совершенно различные представления общества и исследователей о социально активной личности. Многие российские исследователи разрабатывали понятие «социальная активность», а именно: В.А. Ситаров, В.Г. Маралов, И.Ч. Христова, Е.Г. Комарова, Т.В. Тищенко. Исследователи В.А. Ситаров и В.Г. Маралов под социальной активностью понимают «действия и способы поведения, связанные с принятием, преобразованием или новым формулированием общественной задачи, обладающей просоциальной ценностью» [6, с. 167]. И.Ч. Христова, Е.Г. Комарова и Т.В. Тищенко трактуют социальную активность как «субъективное отношение и социально-психологическая готовность личности к деятельности, которая проявляется в соответствующих актах поведения и представляет собой целенаправленную творческую социальную деятельность, преобразующую объективную действительность и саму личность» [7]. Среди зарубежных исследователей проблемой социальной активности личности занимались Э. Фромм, К. Левин, А. Маслоу и др. [8–10]. Мы выделили среди других формулировку понятия «социальная активность», предложенную Э. Фроммом. В соответствии с его теорией, «для формирования социальной активности личности необходимым условием является наличие плодотворной ориентации. При таком виде ориентации потребности и способности человека свободно реализуются. Его социальные отношения пронизаны любовью, заботой о ком-то» [8, с. 221]. Мы провели собственный анализ понятия «социальная

активность» и эксплицировали понятие «социальная активность обучающегося». Социальная активность обучающегося – сознательная и целенаправленная деятельность подростка по преобразованию общества лично или в команде со сверстниками и старшим поколением с целью личностного и профессионального самоопределения в условиях инновационной экономики страны и развития общества в целом. Нами разработана структура социальной активности настоящего периода. В структуру социальной активности личности нами включены следующие компоненты: склонность к законопослушному поведению, самоактуализация личности, ответственность, социализированность, реальные проявления социальной активности. Также разработаны уровни развития социальной активности: нормативный, нормативно-творческий, продуктивно-творческий. Так, например, по компоненту «ответственность личности» на продуктивно-творческом уровне обучающийся характеризуется следующим образом: несет ответственность за себя и за других; на нормативно-личностном уровне: берет ответственность только на себя; на нормативном уровне: частично возлагает ответственность на себя. По компоненту «социализированность личности» на продуктивно-творческом уровне обучающийся характеризуется следующим образом: самостоятельно организовывает профилактические мероприятия, добровольно принимает участие во всех значимых акциях; на нормативно-личностном уровне: участвует в организованных профилактических мероприятиях, добровольно принимает участие во всех значимых акциях; на нормативном уровне: неосознанно участвует в организованных профилактических мероприятиях. В рамках проблемы формирования основ социальной активности мы выделяем федеральный проект «Социальная активность», реализующий задачу из Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204: «создание условий для развития наставничества, поддержки общественных инициатив и проектов, в том числе в сфере добровольчества (волонтерства)» [11]. Мы считаем этот документ основополагающим для наших исследований, так как наставничество (шефская поддержка), написание проектов и участие в конкурсах молодежных проектов, добровольчество в настоящее время являются формами социальной активности подростков и молодежи. В соответствии с Федеральным законом от 24 июня 1999 г. № 120-ФЗ «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних» [12], основным является тот факт, что становится возможным участие общественных организаций и объединений граждан в решении проблемы формирования социальной активности подростков и молодежи. Данный нормативно-правовой акт определяет форму участия нашей инициативной педагогической группы в процессе профилактики правонарушений при формировании основ социальной активности обучающихся, поддерживает нашу инициативу в формировании основ социальной активности посредством деятельности общественных организаций, активная работа которых лежит в основе нашей деятельности. Формирование основ социальной активности осуществляется нашей инициативной группой при поддержке органов внутренних дел, включая отделы по делам несовершеннолетних, комиссии по делам несовершеннолетних при районных администрациях, комитеты по делам молодежи, молодежные центры и образовательные организации г. Красноярска.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках движения «добровольная молодежная дружина» (ДМД) в 2012 г. в реестре общественных организаций Красноярского края была официально зарегистрирована региональная молодежная общественная организация «Добровольная молодежная дружина», деятельность которой поддерживается Федеральным законом «Об участии граждан в охране общественного порядка», одобренным Советом Федерации 26 марта 2014 г. [13]. Данный документ предоставляет возможность обучающимся в дальнейшем проявить свою социальную активность и включиться уже в профессиональную деятельность по профилактике правонарушений подростков и молодежи. В настоящее время формой реализации социально значимой деятельности обучающихся, направленной на профилактику социальных отклонений, в рамках региональной ДМД является разработанная нами модель «отряд профилактики правонарушений подростков и молодежи» (ОППН). ДМД и ОППН работают в ряде колледжей и краевых образовательных организаций, в общежитиях Сибирского Федерального университета. Совместная со студентами деятельность способствует первичной профилактической работе с обучающимися: профессиональному и жизненному самоопределению, возможности передать младшим свой опыт, что сохраняет преемственность поколений. Данные модели являются современной формой существовавших ранее объединений

правоохранительной направленности, таких как «Юные друзья милиции» (ЮДМ), отряд ««Дзержинец» и т.д. «На смену деятельности комсомольцев-дружинников появились общественные организации правоохранительной направленности нового поколения. Эти организации включились в деятельность по пресечению роста правонарушений, совершаемых несовершеннолетними подростками» [14]. ДМД и ОППН «занимаются разработкой профилактических мероприятий, направленных на пресечение правонарушений и организацию содержательного досуга подростков. Ключевой деятельностью в профилактике является не участие в мероприятии, подготовленном и проведенном инициативной педагогической группой, а организация общественно-полезной деятельности самими подростками – членами отряда. Эта включенность в общественно-полезную деятельность является показателем невключенности подростка в совершение правонарушений» [14]. Деятельность вышеупомянутых моделей способствует также усилению межпоколенческих связей, включению в социальную активность представителей старшего поколения (60+). Исследователь Д.И. Фельдштейн подчеркивает необходимость присутствия в деятельности старших как посредника, без которого немыслим переход подростков в мир взрослых. В рамках модели ОППН нами разработаны механизмы взаимодействия подростков и молодежи с представителями старшего поколения. В наших разработках мы ввели термин «кураторы». «Кураторами являются ветераны комсомольских оперативных отрядов. Возраст ветеранов – от 50 до 75 лет. Они начинали свою общественную деятельность в конце 50-х годов. Сферы их деятельности в прошлом варьировались от работников правоохранительных органов, руководителей образовательных учреждений до работников промышленных предприятий. Полученные навыки дисциплины и правовой грамотности, коммуникативно-организаторские умения помогают им и в настоящее время взаимодействовать с молодым поколением» [15].

Выводы

В целом, наша опытно-экспериментальная работа свидетельствует о возможности участия обучающихся в профилактике правонарушений в рамках моделей ДМД и ОППН. Детальный анализ деятельности вышеупомянутых моделей приводит нас к выводу, что они результативно способствуют формированию основ социальной активности обучающихся основной общей и средней общей школы. В аспекте демографических изменений в обществе результативно организуют взаимодействие подростков и молодежи с представителями старшего поколения и борются с эйджизмом. В будущем мы планируем тиражирование наших моделей на большее количество образовательных организаций г. Красноярска. Наши разработки также могут быть использованы для совершенствования деятельности сотрудников правоохранительных органов, работающих с несовершеннолетними.

Список литературы

1. Лошкарева Е., Лукша П., Ниненко И., Смагин И., Судаков Д. Навыки будущего. Что нужно знать и уметь в новом сложном мире. [Электронный ресурс]. URL: https://worldskills.ru/assets/docs/media/WSdoklad_12_okt_rus.pdf (дата обращения: 23.07.2021).

2. Указ Президента РФ от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/ (дата обращения: 23.07.2021).

3. Максименя С.А. Современное состояние и тенденции преступности несовершеннолетних в Республике Беларусь // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы: сб. науч. тр. Ę Минск: Право и экономика. 2010. № 1. С. 47–52.

4. Чуприс М. Обеспечение прав несовершеннолетних, привлекаемых к административной ответственности, в республике Беларусь // Закон и правопорядок. 2017. № 2 (42). [Электронный ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/864868910/?page=1&*=6ZQ8zS8jhyggEVgoTNjGYcXwqIp7InVybCI6Imh0dHA6Ly93d3cucHJva3VyYXR1cmEuZ292LmJ5L3VwbG9hZC9pYmxvY2svMzg5L21ha3NpbS1jaHVwcm (дата обращения: 02.08.2021).

5. Осташева Е.И. Психологические детерминанты девиаций современных подростков: автореф. дис. … канд. психол. наук. Санкт-Петербург, 2018. 29 с.

6. Ситаров В.А., Маралов В.Г. Социальная активность личности (уровни, критерии, типы и пути ее развития) // Знание, понимание, умение. 2015 № 5. С. 167.

7. Христова И.Ч., Комаров Е.Г., Тищенко Т.В. Социальная активность. [Электронный ресурс]. URL: http://psyera.ru/socialnaya-aktivnost-649.htm (дата обращения: 01.08.2021).

8. Фромм Э. Анатомия человеческой деструктивности. М.: Республика, 1994. 447 с.

9. Левин К. Теория поля в социальных науках: пер.с англ. СПб.: Речь, 2000. 368 с.

10. Маслоу А. Мотивация и личность. СПб.: Евразия, 2001.475 с.

11. Паспорт национального проекта «Образование». Утвержден президиумом Совета при президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 3 сентября 2018 года № 10). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319308/ (дата обращения: 20.07.2021).

12. Федеральный закон «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних» от 24.06.1999 № 120-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 23509/ (дата обращения: 01.08.2021).

13. Федеральный закон «Об участии граждан в охране общественного порядка» от 02.03.2014 № 44-ФЗ (ред. от 31.12.2017). [Электронный ресурс]. URL: http:// http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_161195/ (дата обращения: 01.08.2021).

14. Шастин В.В. Приобщение обучающихся образовательной организации к деятельности добровольной молодежной дружины // Мир человека: материалы ежегод. конф. / Под общ. ред. В.В. Игнатовой; СибГУ им. М.Ф. Решетнева. Красноярск, 2019. Вып. 1 (47). С. 109–111.

15. Шастин В.В. Взаимодействие поколений в процессе глобальных демографических изменений // Образование и социализация личности в современном обществе: материалы XI Международной научной конференции. Красноярск, 5–7 июня 2018 г. / Отв. ред. В.А. Адольф; ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2018. С. 47–49.

УДК 378.4

ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДИДАКТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БАЗОВЫХ ВУЗОВСКИХ ДИСЦИПЛИН

Штагер Е.В., Бережнова Е.И.

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: elena-shtager@mail.ru, berezhnova.ei@dvfu.ru

Разработка форм и способов презентации учебного материала базовых вузовских дисциплин как целостного информационного массива позволит активизировать формирование обобщенных приемов мышления и деятельности, устранить известное противоречие между традиционной линейностью подачи материала и интегративностью фундаментального знания. В качестве дидактического обеспечения рассматривается учебное пособие дисциплины, представляющей собой системообразующий конструкт информационного пространства каждого образовательного направления (дисциплина-концентр). В качестве общенаучной базы использовалась методика ADDIE как универсальный инструментарий системного конструирования обучающих материалов. Для управления процессом анализа и структурирования предметной информации выбрана концепция научной картины мира. Многоаспектный анализ компетентностных моделей позволил определить целезадание учебного пособия как формирование методологических основ профессиональных знаний. Показано, что общий план модификации содержания учебного предмета задает структурно-логический граф понятийных связей базовой научной теории, формируемый на основе общефилософских представлений о материи, движении, пространстве-времени, причинности и закономерности. Данный граф выстраивает логико-дидактическую структуру дисциплины-концентра в аналитическую модель понятийной взаимосвязи информационных блоков. На этой основе сконструирована целостная методическая форма обучающего ресурса: модель логической взаимосвязи базовых дидактических единиц; макет учебной программы как общая логика базовой подготовки; теоретический модуль как опорный конспект; практический модуль как дидактический инструментарий учебно-профессиональных задач. Представлена оргсхема методов изучения дисциплины-концентра как способов управления познавательной деятельностью на основе предложенного учебного пособия. Обоснована возможность использования для качественной оценки обучающего ресурса «модели Киркпатрика» как концептуальной процедуры выяснения эффективности различных образовательных программ.

Ключевые слова: высшее профессиональное образование, обучающий ресурс, дисциплина-концентр, методика ADDIE

DESIGN'S PRINCIPLES OF DIDACTIC PROVISION OF BASIC UNIVERSITY DISCIPLINES

Shtager E.V., Berezhnova E.I.

Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: elena-shtager@mail.ru, berezhnova.ei@dvfu.ru

The development of forms and methods of presenting the educational material of basic university disciplines as a holistic information array will make it possible to intensify the formation of generalized methods of thinking and activity, eliminate the known contradiction between the traditional linearity of material supply and the integrality of fundamental knowledge. As a didactic support, a discipline manual is considered, which is a system-forming design of the information space of each educational direction (discipline-concentrate). The ADDIE technique was used as a general scientific base as a universal tool for system design of training materials. To control the process of analyzing and structuring substantive information, the concept of a scientific picture of the world has been chosen. Multidimensional analysis of competency models made it possible to define the purpose of the training manual as the formation of methodological foundations of professional knowledge. It is shown that the general plan for modifying the content of the educational subject defines a structural-logical graph of the conceptual connections of the basic scientific theory, formed on the basis of general philosophical ideas about matter, motion, space-time, causality and regularity. his graph builds the logical-didactic structure of the discipline-concentrate into an analytical model of the conceptual relationship of information blocks. On this basis, a holistic methodological form of the training resource was designed: a model of the logical relationship of basic didactic units; curriculum layout as a general logic of basic training a theoretical module as a reference concept; a practical module as a didactic toolkit of educational and professional tasks. There is presented an organism scheme of methods of study of discipline-concentrate as methods of cognitive activity management based on the offered text-book. The possibility of using the «Kirkpatrick model» for a qualitative assessment of the training resource as a conceptual procedure for clarifying the effectiveness of various educational programs is justified.

Keywords: higher vocational education, training resource, discipline-concentrate, ADDIE technique

Наибольшую актуальность в сфере высшей профессиональной подготовки приобретают инновации, связанные с обновлением содержания обучающих ресурсов – исключение элементов описательности, предоставление логических и образных схем предметной информации, ориентированных на идею целостности научного знания. Речь идет о необходимости конструирования и включения в учебный процесс обучающих материалов, позволяющих эффективно формировать инвариантное ядро знаний каждого образовательного направления. Вместе с тем в предметной струк-

туре выделяются дисциплины, научное и предметное содержание которых призвано формировать ядро знаний целого ряда направлений высшего профессионального образования. Такие *дисциплины-концентры* проявляются в качестве системообразующих конструктов предметно-информационного пространства, комплексное моделирование которого позволяет осуществить конвергентный подход [1, 2]. Ключевым принципом при этом выступает междисциплинарность, достигаемая посредством конвергенции всех форм знания и обеспечивающая формирование целостной научной картины мира [3]. Разработанный на этой основе алгоритм проектирования интегральной образовательной среды, названный *дисциплинарной конвергенцией* [4], показывает, что дисциплины-концентры находятся в общепрофессиональном модуле и аккумулируют ядро профессиональных знаний, выраженное соответствующей базовой научной теорией (физической, экономической, социологической и т.д.) каждого направления подготовки. Так, для большинства инженерных направлений дисциплина-концентр *теоретическая механика*; в профессиональной подготовке студентов экономического профиля дисциплина-концентр *экономический анализ*; для социологического направления дисциплина-концентр *социологическая теория* и т.д. Категориально-понятийная система научной теории дисциплины-концентра представляет собой метапредметный инвариант и выступает объектным основанием реализации междисциплинарного синтеза всех учебных циклов [5]. Технико-ориентированная оболочка дисциплин-концентров традиционно объединяет практические методы решения конкретных задач специализаций. Одновременное сочетание фундаментальности предметного знания (базовая научная теория) и включения данной фундаментальности в процедуру решения базовых учебно-профессиональных задач проявляет особую роль дисциплин-концентров в организации целостности вузовской подготовки. В этой связи особого внимания в схеме дисциплинарной конвергенции заслуживает разработка специализированного дидактического обеспечения дисциплин-концентров, акцентирующего универсальные способы обработки информации как деятельностную основу концепции целостности научной картины мира. Традиционные инструменты предоставления знаниевой компоненты базовых вузовских дисциплин в виде ряда фрагментарных образов учебной информации подходят для относительно простых «линейных» методов подготовки. Конвергенция как новая форма образовательной среды постулирует необходимость выстраивания учебного материала в виде навигационной системы, позволяющей развивать обобщенные приемы мышления и деятельности.

Целью исследования является разработка принципов конструирования дидактического обеспечения вузовских дисциплин, ориентированного на формирование представлений о концептуальной целостности базового знания.

Материалы и методы исследования

В качестве общенаучной базы исследования используется *педагогический дизайн* как системный подход к навигационному проектированию интегральных образовательных сред, позволяющий оптимально выстраивать последовательность учебного материала и мероприятий для достижения целей обучения. Наиболее эффективным теоретико-практическим инструментарием, задающим стандарт разработки учебных курсов, выступает хорошо зарекомендовавшая себя в педагогическом дизайне модель ADDIE (*Analysis – Design – Development – Implementation – Evaluation* или Анализ – Структурирование – Оформление – Реализация – Оценка). Алгоритм конструирования обучающих материалов на базе модели ADDIE предполагает выполнение следующих проектировочных мероприятий: 1) анализ компетенций для формирования интегративной цели использования создаваемого ресурса (*Analysis*); 2) разработку общего плана структурирования учебного материала (*Design*); 3) определение стиля «подачи» учебного материала (*Development*); 4) реализацию как выявление методов работы с ресурсом (*Implementation)*; 5) оценку эффективности ресурса с целью корректировки контента (*Evaluation*).

Для управления процессом анализа и структурирования учебного материала выбрана концепция научной картины мира (НКМ) [6–8]. НКМ концентрирует знания о *предметах,* представленное в понятийной форме, и знания о *связях* между ними. Структуру научной картины мира образуют знания о связях как концептуальной форме, выраженной через методологические принципы строения научного знания в целом. В рамках проводимого исследования для анализа соответствия логико-понятийного строения базовых учебных курсов внутренней организации НКМ были отобраны следующие методологические принципы: единство научной картины мира, адекватность научных теорий основным положениям современной НКМ, системность

представления основ наук, соответствие как закономерная связь старых и новых теорий, приоритет общечеловеческих ценностей и гуманизма [9, 10]. Данные принципы образуют философскую регулятивную систему всего спектра научного знания, регламентирующую разрешительные правила действий с информационными массивами: выдвижение содержательных гипотез или установление математических закономерностей для описания исследуемых явлений, простота объяснений, объективно-достоверная взаимосвязь всех элементов знаний о природе, обществе и человеке, установление междисциплинарных связей между логическими структурами «родственных» учебных предметов. Применение методологических принципов задает общее направление процедуры анализа учебной информации базовых дисциплин и корректировки традиционных структур представления предметного знания.

Использованы следующие исследовательские методы: анализ действующих образовательных стандартов для обоснования гипотезы исследования; структурно-логический анализ обобщенных групп компетенций для выяснения содержания интегративной цели профессиональной подготовки.

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве объекта дидактического обеспечения рассматривается учебное пособие дисциплины-концентра (обучающий ресурс). Целостность информационно-методической платформы поддерживается стандартом модели ADDIE. Результаты исследования представим в виде следующей матрицы педагогического дизайна.

1. Первоначальный этап моделирования обучающего ресурса предполагает формулировку целезадания как ожидаемого результата использования (*Analysis*). Эта задача решается путем выяснения сущностного основания общности профессиональных компетенций как ведущих целевых установок. Многоаспектный анализ компетентностных моделей всего спектра образовательных направлений позволил определить обобщенные группы компетенций: *теоретическое мышление* (анализ, синтез, обобщение); *критическое мышление* (сопоставление, оценка); *творческое мышление* (интерпретация, фантазия); *регулятивные умения* (выбор способа действий). Структурно-логическое исследование компетентностных групп позволило сделать вывод о том, что в содержание обучения обязательно должен входить научный метод познания (сведения о приемах получения знания, его структуре), что позиционирует *методологическую компетентность* в качестве общеформирующего основания междисциплинарного взаимодействия. Тем самым *интегративная цель* использования создаваемого ресурса – формирование методологических основ профессиональных знаний как основополагающей компоненты научного мировоззрения.

2. Конкретная реализация интегративной цели требует «подачи» предметной информации дисциплин-концентров в структуре, адекватной принципам организации современного научного знания (*Design*). Стандарт такой структуры задают методологические принципы НКМ, формирующие общефилософские представления о *материи, движении, пространстве-времени, причинности* и *закономерности*. Применение данного общефилософского ряда для методологического анализа научной теории как инвариантной компоненты содержательной части учебных программ дисциплин-концентров позволяет представить понятийную структуру научной теории в качестве системного объекта с общим фундаментом в мегаструктуре современной науки. Предметным выражением такого представления выступает понятийный структурно-логический граф как наглядная схема «упорядоченного языка» фундаментального знания. Сформированный граф является инструментом обработки учебной информации дисциплины-концентра. В первую очередь выстраивается *аналитическая модель базовых знаний* как схема логической связи фундаментальных понятий дисциплины, соответствующая принципам развертки понятийного графа научной теории. Аналитическая модель служит основанием группировки предметного знания дисциплины-концентра в ряд взаимосвязанных информационных блоков и конструирования на этой основе макета учебной программы как общей логики базовой подготовки. При этом классическая учебная информация дисциплин-концентров как элемент содержания обучения, концентрирующаяся в каждом информационном блоке учебной программы, остается неизменной, но приобретает повышенный «понятийный» тип.

3. При определении стиля «подачи» учебного материала мы придерживались ключевого принципа формализации знаний, согласно которому обучающий ресурс должен объединять в себе такое минимальное описание объекта исследования, что удаление из описания любой его части не приводит к потере существенной информации [11] (*Development*). Постулируется необходимость «оптимизации» традиционного мно-

жества учебных элементов в направлении их сокращения и упорядочения оставшихся дидактических единиц в соответствующие обобщения-инварианты (требуемое знание). Разработанный и представленный в п. 2 общий план структурирования учебного материала дисциплин-концентров в качестве базовой эпистемологической основы обобщенного метода конструирования учебного знания проявил *аналитическую модель*. Функционал аналитической модели – наглядная демонстрация фундаментального инварианта дисциплин-концентров, включение которого в структуру объектов изучения позволяет устранить противоречие между фрагментарностью традиционной линейной подачи информации и интегративностью всех ее элементов. Отображение учебной информации в символическом виде (логические схемы, графы взаимосвязей) способствует «включению механизма» формирования методологических основ знаний и умений – рациональные приемы анализа, классификации и обобщения материала. Тем самым предложено конструировать обучающий ресурс в виде своеобразного *гипертекста*, в котором вся система информационных объектов объединяется направленными связями аналитической модели: модель базовых знаний как универсальная схема взаимосвязи дидактических единиц; макет учебной программы как общая логика базовой подготовки; теоретический модуль как опорный конспект, выстроенный в логике макета учебной программы; практический модуль как дидактический инструментарий учебно-профессиональных задач и средств мониторинга знаний обязательного минимума содержания предмета, обусловленного требованиями ФГОС. Предоставление опорного конспекта теоретического знания продиктовано «условиями существования» гипертекста как целостной образовательной платформы.

4. Задача определения методов работы с ресурсом актуализирует обоснование методов обучения как способов управления познавательной деятельностью на основе предложенной гипертекстовой модели (*Implementation*). Такая модель трансформирует характер подачи учебной информации с традиционной монологичной лекции на *лекцию-навигатор* как платформу обобщенных методов работы с информационными массивами. Цель лекции-навигатора – акцентирование обучаемых на способах самостоятельной обработки предметной информации опорного конспекта с целью формирования навыков самообразования как основополагающего фактора самоопределения личности. Рекомендуется лекционно-дискуссионная форма, поддерживающая методику проблемного изложения материала: обобщение изученного путем «включения дискуссии» по подготовленным преподавателем вопросам предыдущей лекции; дополнение содержания интересующим обучающихся материалом; коллективная разработка обобщенного плана-схемы освоения следующего блока опорного конспекта в режиме самоподготовки. Основная задача преподавателя – периодическое резюмирование промежуточных результатов дискуссии в направлении внеконтекстных операций с базовыми понятиями дисциплины-концентра (узнавание, определение, раскрытие объема, установление связей с другими понятиями). При этом ориентировочной основой выступает *аналитическая модель*, позволяющая наложить на традиционное предметное содержание топологическую надстройку понятийных связей и тем самым «сшить» логически удаленные части курса, что наиболее эффективно реализует процесс систематизации и обобщения знаний. Для организации практических занятий и семинаров наиболее предпочтительны такие известные в педагогической практике операционно-поисковые методы, как анализ конкретных ситуаций, обучение по алгоритму, мозговая атака. Определяющими принципами подбора выступают адекватность «сценариев» данных методов учебно-познавательной деятельности по формированию компетенций критического и творческого мышления.

5. Для оценки эффективности обучающего ресурса рекомендуется поэлементная апробация информационных блоков учебного пособия в рамках экспериментального педагогического исследования (*Evaluation*). Такая процедура «пошагово» корректирует образовательный контент. Для качественной оценки «подачи» учебной информации использовалась «модель Киркпатрика» [12], позволившая организовать интегральную процедуру выяснения эффективности обучающего ресурса. Концептуальной основой данной модели является разделение процесса обучения на четыре уровня (реакция – научение – поведение – результаты), задающие последовательность проведения оценки обучающих программ. Поскольку «модель Киркпатрика» ориентирована в основном на оценку эффективности бизнес-моделей, мы адаптировали сущностное наполнение каждого оцениваемого уровня к отечественной вузовской системе. В результате сформирована матрица качественных критериев эффективности результатов обучения: «реакция» – мотивационный фон (желание учиться); «научение» – глубина

знаний (число осознанных существенных понятийных связей); «поведение» – действенность знаний (умение применять знание в вариативных ситуациях); «результаты» – системность и осознанность знаний (структурно-функциональные компоненты мышления). Обеспечительный ресурс процедуры оценки – специализированные тесты, «поддерживающие» известную педагогическую концепцию поэтапного восхождения по уровням усвоения опыта (узнавание, репродуцирование, продуктивная деятельность, трансформация), живые интервью.

Заключение

Конструирование учебно-методических материалов, ориентированных на формирование основ научного мировоззрения как методологических принципов изучения любых процессов и явлений – новая архитектура дидактического обеспечения интегральных образовательных сред. Методика ADDIE, выступающая универсальным инструментарием педагогического дизайна, позволяет сформировать целостную организационно-методическую форму представления учебного материала базовых вузовских дисциплин, акцентирующую обобщенные методы и приемы «работы» со всем массивом предметной информации. Проводимые исследования включения конвергентных идей в процедуру организации интегрального образовательного пространства ряда направлений подготовки Дальневосточного федерального университета (2011–2019 гг.) позволили разработать и рекомендовать в качестве основного информационно-методического ресурса учебные пособия, поддерживающие стиль модели ADDIE [13, 14]. Использование такого дидактического обеспечения открывает широкие возможности для технологии «ускользающей помощи», предполагающей работу с обучающими материалами как навигаторами освоения процедур понимания, анализа, оценки, рефлексии, то есть базовых элементов профессиональных компетенций по решению мировоззренческих, исследовательских и творческих задач. Включение такого дидактического обеспечения в учебный процесс также позволяет реализовать принципы открытой архитектуры – совместное конструирование студентами и преподавателем среды обучения, освоение содержания на основе процедур понимания, проектирование личной образовательной траектории.

Список литературы

1. Баксанский О.Е. Конвергентные технологии в контексте современной философии образования // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2014. № 3. С. 7–17.

2. Исмагилов Р.М. О конвергентном образовании // Концепт. 2015. Т. 13. С. 351–355.

3. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6. № 1–2. С. 13–23.

4. Штагер Е.В. Информационно-мировоззренческий аспект дисциплинарной конвергенции инженерного вуза // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 5. С. 232–237.

5. Штагер Е.В. Актуализация конвергентного подхода в образовательном процессе инженерного вуза // Философия образования. 2021. Т. 21. № 1. С. 7–22.

6. Ефименко В.Ф. Физическая картина мира и мировоззрение: монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1997. 160 с.

7. Ан С.А., Ушакова Е.В., Наливайко Н.В. Формирование философского мировоззрения обучающихся в современном образовании // Философия образования. 2015. № 5 (62). С. 101–112.

8. Рахматуллин Р.Ю. Научная картина мира как особая форма организации знания // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2013. № 12–2 (38). С. 166–168.

9. Мостепаненко М.В. Философия и методы научного познания. Л.: Лениздат, 1972. 263 с.

10. Кедров Б.М. Проблемы логики и методологии науки. М.: Наука, 1990. 167 с.

11. Уинстон П. Искусственный интеллект: монография. М.: Прогресс, 1987. 549 с.

12. Kirkpatrick D.L. The Four Levels of Evaluation. In: Brown S.M., Seidner C.J. (eds) Evaluating Corporate Training: Models and Issues. Evaluation in Education and Human Services, vol. 46. Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-94-011-4850-4_5.

13. Штагер Е.В. Теоретическая механика: модель базовых знаний: учебное пособие для вузов / Политехнический институт ДВФУ. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2020. 99 с.

14. Белик Е.В., Бережнова Е.И., Мохирева И.А. Экономический анализ: теория: учебное пособие для вузов. М.: ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2019. 96 с.