СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 10, 2019
Часть 2
ISSN 1812–7320

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

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

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

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

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Журнал «Современные наукоемкие технологии» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий, и массовых коммуникаций. **Свидетельство ПИ № ФС 77 – 63399.**

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,909.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,282.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

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

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

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

Подписано в печать – 29.10.2019
Дата выхода номера – 29.11.2019

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

Техническая редакция и верстка
Байгузова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 20
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2019/10
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00)

СТАТЬИ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
Анянова Е.В. *233*

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И ПОИСК РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА РАННИХ СТАДИЯХ И ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА
Горбунов А.А., Припадчев А.Д., Кондров Я.В., Магдин А.Г. *239*

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ КОРРЕКЦИИ ЦИФРОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ
Захарова О.В., Раков В.И., Есин К.С. *246*

ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СПОСОБА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ
Золотухин С.И., Дьяков Д.Е., Зибров Р.С., Котляров П.С. *252*

РАЗРАБОТКА БЫСТРОГО АЛГОРИТМА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ OFDM
Калмыков М.И., Юрданов Д.В., Степанова Е.П., Калмыков И.А., Топоркова Е.В. *257*

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ПЛАСТИНЧАТОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ ЗА СЧЕТ ПУЛЬСАЦИИ ПОТОКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ
Кудашев С.Ф., Кудашева О.В., Душутина О.В., Равилов Р.Р. *262*

МЕТОД СИНТЕЗА УЛУЧШЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО СЕРИИ СНИМКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
Куракин А.В., Абрамов Н.С., Карпеш С.В., Хачумов В.М. *268*

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТРУЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭФФЕКТА БЕЗЫЗНОСНОСТИ
Малышев В.Н., Пичугин С.Д. *273*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ
Медведев А.В., Победаш П.Н., Рапп Е.Ю., Крамаренко В.А. *280*

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА С ВЫЗЫВНЫМ УСТРОЙСТВОМ
Наумова Н.А. *285*

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКОВ ВНЕДРЕНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ
Разумников С.В. *290*

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТЕЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ГЛОНАСС/GPS ПРИЕМНИКОВ
Скрыпник О.Н., Арефьев Р.А., Арефьева Н.Г. *296*

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГИБКОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ
Суфиянова А.Н., Зарипов Д.М. *302*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ФРАГМЕНТОВ СТЕН СПОСОБОМ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ
Турантаев Г.Г., Местников А.Е., Федоров В.И. *307*

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ В СЕТЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ
Цветков А.Ю., Самсонов Ф.А., Галанкин А.В., Прохоров М.А. 313

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СТРУКТУР КОЖИ, КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ И КРОВИ ПОСРЕДСТВОМ ПОСТРОЕНИЯ ВАРИАЦИОННОЙ МАТРИЦЫ ОКТ ИЗОБРАЖЕНИЯ
Черешнев В.О., Романенко И.М., Кулешов И.В., Проскурин С.Г. 319

СОКРАЩЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Черников Б.В., Кремер Е.А., Борисова Е.А. 324

ОБЗОРЫ

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА ОБЪЕКТАХ УНИКАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
Топчий Д.В., Чернигов В.С. 331

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

СТАТЬИ

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЗАМЕЩАЮЩИХ СЕМЕЙ С ДЕТЬМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ
Абрамова И.В., Саенко В.И. 337

КОРРЕКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭСТРАДНОГО ВОКАЛА В РЕШЕНИИ РЕЧЕВЫХ И ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ
Гузовская А.С., Черватюк П.А. 341

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ В АСПЕКТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
Касымова Ю.Н. 345

СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОНТЕКСТОВ, ИНДИВИДУАЛИЗИРУЮЩИХ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ
Кийкова Н.Ю. 350

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ЭКОЛОГО-ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ
Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Уфимцева М.Г. 355

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ УМЕНИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ
Севостьянова С.А., Мартынова Е.В., Нигматулин Р.М., Шумакова Е.О. 360

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОДАРЕННОСТИ ДЕТЕЙ
Скворцова Т.П., Георгиевская Е.В. 366

РОЛЬ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ В ПОВЫШЕНИИ УСПЕВАЕМОСТИ И УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ
Челнокова Е.А., Лукина Е.В., Челноков А.С., Уткина Е.О. 371

СООТНОШЕНИЕ ОБЪЁМА И ИНТЕНСИВНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ
Черняев А.А., Фонарева Е.А., Карасев Р.А. 375

РЕГИОНАЛЬНЫЕ КУЛЬТУРНЫЕ БРЕНДЫ КАК СПОСОБ ПРОДВИЖЕНИЯ И СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ
Штанько Е.С., Калашникова Н.Н., Ефремова Н.В. 381

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00)

ARTICLES

APPLICATION OF THE METHOD OF SYSTEM ANALYSIS OF INFORMATION PROCESSING FOR DECISION-MAKING IN THE RECOVERY OF DISTURBED LANDS
Anyanova E.V. 233

CHOICE OF PARAMETERS AND SEARCH OF RATIONAL SOLUTIONS AT EARLY PHASE AND STAGES OF DESIGNING A MAIN AIRCRAFT
Gorbunov A.A., Pripadchev A.D., Kondrov Ya.V., Magdin A.G. 239

APPROACH TO MODELING PROCESSES OF DIGITAL REGULATION CORRECTION FOR ELECTROMOBILE MEANS
Zakharova O.V., Rakov V.I., Esin K.S. 246

ACCURACY OF CALCULATIONS WHEN APPLYING THE METHOD OF CHOOSING A RATIONAL SOLUTION
Zolotukhin S.I., Dyakov D.E., Zibrov R.S., Kotlyarov P.S. 252

THE DEVELOPMENT OF FAST ALGORITHM TO PERFORM NUMBER-THEORETIC TRANSFORMS OF SIGNALS FOR OFDM SYSTEMS
Kalmykov M.I., Yurdanov D.V., Stepanova E.P., Kalmykov I.A., Toporkova E.V. 257

PULSATING HEAT TRANSFER INTENSIFICATION IN A PLATE HEAT EXCHANGER
Kudashev S.F., Kudasheva O.V., Dushutina O.V., Ravilov R.R. 262

SYNTHESIS METHOD OF IMPROVED IMAGE BY SERIES OF REMOTE SENSING IMAGES
Kurakin A.V., Abramov N.S., Karpesh S.V., Khachumov V.M. 268

STUDY OF RUBBING SURFACES CHANGES UNDER THE EFFECT OF THE NO-WEAR CONDITIONS
Malyshev V.N., Pichugin S.D. 273

AUTOMATED DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM BASED ON OPTIMIZATION LINEAR ECONOMIC DYNAMIC MODELS
Medvedev A.V., Pobedash P.N., Rapp E.Yu., Kramarenko V.A. 280

THE ALGORITHM FOR DETERMINING THE INITIAL DATA FOR MODELING A PEDESTRIAN CROSSING WITH CALLING DEVICE
Naumova N.A. 285

FUZZY MODEL OF EVALUATION OF RISKS OF INTRODUCING CLOUD TECHNOLOGIES WHEN FORMING A SECURITY SYSTEM
Razumnikov S.V. 290

ESTIMATION OF POSITIONING ERROR CHARACTERISTICS OF COMBINED GLONASS / GPS RECEIVERS
Skrypnik O.N., Arefev R.A., Arefeva N.G. 296

HARDWARE IMPLEMENTATION OF THE FLEXIBLE SYSTEM OF INTELLECTUAL LIFE SUPPORT OF THE PREMISES
Sufiyanova A.N., Zaripov D.M. 302

MATHEMATICAL MODELING OF WINTER CONCRETING OF WALL FRAGMENTS BY THE METHOD OF HEAT TREATMENT
Turantaev G.G., Mestnikov A.E., Fedorov V.I. 307

DEVELOPMENT OF METHOD TO INCREASE EFFICIENCY
OF INFORMATION FLOW MANAGEMENT IN SPECIAL PURPOSE
NETWORKS OF AUTOMATED SYSTEMS VIA SIMULATION MODEL
Tsvetkov A.Yu., Samsonov F.A., Galankin A.V., Prokhorov M.A. 313

DIFFERENTIATION OF SKIN, BLOOD VESSELS AND BLOOD STRUCTURES
BY MAKING THE OCT IMAGE VARIATION MATRIX
Chereshnev V.O., Romanenko I.M., Kuleshov I.V., Proskurin S.G. 319

REDUCTION OF TEXT DOCUMENTS VOLUME DURING STORAGE
AT MICROELECTRONIC INDUSTRY ENTERPRISES
Chernikov B.V., Kremer E.A., Borisova E.A. 324

REVIEWS

FEATURES OF CONSTRUCTION CONTROL AT UNIQUE CONSTRUCTION OBJECTS
Topchiy D.V., Chernigov V.S. 331

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

ARTICLES

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF FOSTER FAMILIES
WITH CHILDREN WITH DISABILITIES
Abramova I.V., Saenko V.I. 337

CORRECTION POTENTIAL OF POP VOCAL IN SOLUTION
OF SPEECH AND EMOTIONAL PROBLEMS
Guzovskaya A.S., Chervatyuk P.A. 341

METHODOLOGICAL ASPECTS OF IMPROVING THE QUALITY OF PRODUCTION
TRAINING OF STUDENTS OF TARGET TRAINING FOR THE RAILWAY INDUSTRY
IN THE ASPECT OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES
Kasymova Yu.N. 345

THE MAINTENANCE OF THE SPECIAL EDUCATIONAL CONTEXTS
INDIVIDUALIZING THE PERSPECTIVE PLANNED RESULTS
OF DEVELOPMENT OF CHILDREN AND TEENAGERS
Kiykova N.Yu. 350

SCIENTIFIC AND THEORETICAL BASES OF ECOLOGICAL AND CIVIL IDENTITY
Nesgovorova N.P., Savelev V.G., Ufimtseva M.G. 355

FORMATION OF THE PROJECT SKILLS OF FUTURE MATHEMATICAL TEACHERS
DURING THE METHODICAL PROJECTS EXECUTING
Sevostyanova S.A., Martynova E.V., Nigmatulin R.M., Shumakova E.O. 360

PEDAGOGICAL DIAGNOSTICS OF CHILDREN'S ARTISTIC TALENT DEVELOPMENT
Skvortsova T.P., Georgievskaya E.V. 366

THE ROLE OF MOTOR ACTIVITY IN IMPROVING SCHEDULE
AND MENTAL ACTIVITY OF STUDENTS
Chelnokova E.A., Lukina E.V., Chelnokov A.S., Utkina E.O. 371

THE RATIO OF VOLUME AND INTENSITY OF SPECIAL PERFORMANCE
OF QUALIFIED SKIERS-RACERS
Chernyaev A.A., Fonareva E.A., Karasev R.A. 375

REGIONAL CULTURAL BRANDS AS A METHOD OF ADVANCEMENT
AND SOCIO-CULTURAL DEVELOPMENT OF TERRITORIES
Shtanko E.S., Kalashnikova N.N., Efremova N.V. 381

СТАТЬИ

УДК 004.652.5

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Анянова Е.В.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, e-mail: anyanova2010@yandex.ru

Рассмотрен системный анализ обработки информации, имеющий алгоритм моделирования процесса, на примере анализа исследования отвалов закрытым способом. В исследовании используется функциональное моделирование процесса восстановления, построение диаграмм IDEF0. Модель IDEF0 описывает определенную логическую последовательность этапов исследования. Данные характеристики отвалов являются входящей информацией для наполнения справочников в программной среде 1С:Предприятие 8.2, для определения различных критериев обработки имеющихся или вновь введенных данных. Для построения сводных таблиц используются электронные таблицы в программе Microsoft Excel. В лесном хозяйстве имеет место актуализация системного анализа в виде проведения работ на исследуемых объектах и на основе полученных результатов расширить разработку методических материалов по ускорению восстановительных процессов. В программной среде разработан документ, являющийся входящей оперативной информацией, сформированный на основе нормативно-справочной информации. Разработаны статистические графики, построенные на основе различных выборок, позволяющие провести аналитический анализ восстановления нарушенных земель. Автор попыталась провести системный анализ обработки информации, позволяющий адаптироваться к восстановлению земель с учетом их качественных характеристик. Совершенствование информационно-аналитического анализа с помощью информационной среды 1С:Предприятие 8.2 позволило выстроить правильную стратегию, позволяющую моделировать закономерности естественного зарастания нарушенных земель при угледобыче.

Ключевые слова: информационная среда, программное приложение 1С:Предприятие, массивы данных, алгоритм обработки данных, системный анализ

APPLICATION OF THE METHOD OF SYSTEM ANALYSIS OF INFORMATION PROCESSING FOR DECISION-MAKING IN THE RECOVERY OF DISTURBED LANDS

Anyanova E.V.

Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, e-mail: anyanova2010@yandex.ru

Considered systematic analysis of data processing with algorithm modeling process. On the example of analysis of the study dumps closed method, namely the study of vegetation, living ground vegetation, agrochemical analysis of soils, the use of piles in the construction industry is always current. Uses a functional modeling of the recovery process, construction of diagrams IDEF0. The IDEF0 model describes a logical sequence of research stages. These characteristics of the dumps are incoming of the content on the directories in the software environment of 1C:Enterprise 8.2, to define the various criteria, processing of existing, or newly entered data. Pivot tables use the spreadsheet program Microsoft Excel. In forestry there is a actualization of the system analysis in the form of work on the project and on the basis of the results obtained to expand the development of teaching materials to accelerate the recovery process. The system has developed a document, which is the incoming operational information generated on the basis of reference data. Developed statistical charts based on different samples, allowing to carry out analytical analysis of recovery of disturbed lands. The authors attempted to conduct a systematic analysis that allows to adapt to land restoration based on their quality characteristics. Improvement of information-analytical analysis using the information environment of 1C:Enterprise 8.2, allowed us to build the right strategy that allows you to simulate patterns of natural revegetation of disturbed land with coal mining.

Keywords: information environment, software application 1C: Enterprise, data arrays, data processing algorithm, system analysis, data processing

В связи с большим, постоянно пополняющимся объемом информации целесообразно применять функциональные модели, направленные на проведение аналитических работ. Существует необходимость пополнения информационной системы различными выборками-запросами для более полной эффективности использования больших массивов данных.

Фактором, определяющим повышение эффективности информационно-аналитического системного анализа, является пополнение статистическими выборками информационной среды разработки и функционирования программных элементов. Современная информационная система 1С:Предприятие является ориентацией на решение прикладных задач, представляю-

щая возможность дополнительных способов обработки данных, а также структуры выходных форм отчета. Автоматизированный системно-аналитический анализ закономерностей естественного зарастания терриконов способствует углубленной проработке исследований. Аналитические исследования естественного зарастания земель при угледобыче являются перспективным направлением снижения затрат на внедрение и эксплуатацию 1С:Предприятие и способствуют оптимизации модульных структур 1С:Предприятия к нуждам естественного восстановления земель с учетом их качественных характеристик [1, 2].

На выбор алгоритмов обработки материалов, конечно, влияют различные факторы – это социальные, экологические, климатогеографические и другие, которые определяют возможность реализации разработанной автоматизированной информационной системы для управления естественным зарастанием, принятия правильного решения в реализации способов восстановления, введения в промышленный процесс переработки отвалов и ее интеграцией в общую стратегию социально-экономического развития территории.

Цель исследования состоит в представлении дополнительных выборок данных, сравнительных графиков, для надежности обработки информации, сокращении затрат на проектирование и эксплуатацию.

Материалы и методы исследования

Для оперативного видения процесса рекультивации земель применялся метод функционального моделирования, с помощью методологий IDEF0 для общей совокупности связанных полевых и информационных работ (рис. 1–3). Данная методология позволяет графически представить полный процесс работ, что представляет некоторую инструкцию для проектирования информационной среды исследования. Разбиение функциональной модели на декомпозиции основано на методике исследования объектов, изложенной в диссертации Е.В. Микрюковой «Динамика естественного зарастания отвалов угледобычи на Среднем Урале» [3].

Предлагаемая функциональная модель и ее декомпозиции на примере рекультивации земель, учитывающая основные закономерности входной, исходящей информации, различных требований, лабораторного оборудования позволяет разработать инструментарий для принятия решения о технологии ускорения демутационных процессов (рис. 1–3). Установленные связи между блоками позволяют установить взаимосвязь между процессами исследования объектов. С помощью функционального моделирования процесс принятия решения о технологии восстановления нарушенных земель можно представить в виде четырех главных функциональных блоков, представленных на рис. 3.

Построенные диаграммы, представленные на рис. 1–3, способствуют определению направления информационного наполнения, дополнения разрабатываемой информационной системы. Функциональные диаграммы позволяют детализировать последующий этап восстановления терриконов методами декомпозиции входящих в нее процедур, что позволяет существенно облегчить понимание наполняемости информационной среды, а также отслеживание информационных процессов, методики процесса восстановления земель.

Функциональная модель IDEF0 позволяет оценить накопленные аналитические материалы и детально представить процесс рекультивации нарушенных земель.

В некоторых источниках говорится, что объемы переработки отходов в горнодобывающей отрасли находятся на уровне 15%. Терриконы состоят в основном из вскрышных и вмещающих горных пород. Содержание полезных компонентов в них недостаточно для переработки в целевые продукты [1, 4].

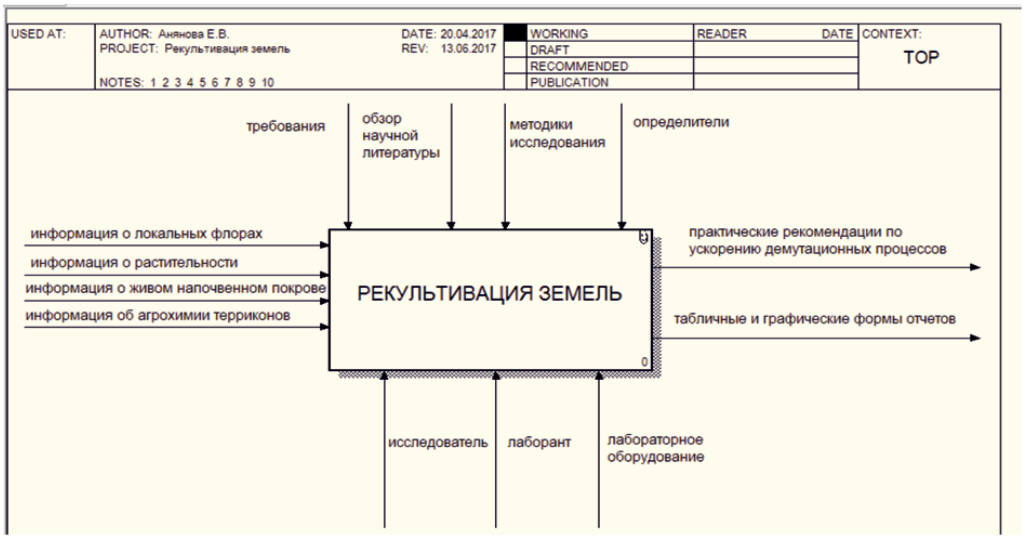


Рис. 1. Функциональная модель этапов разработки практических рекомендаций

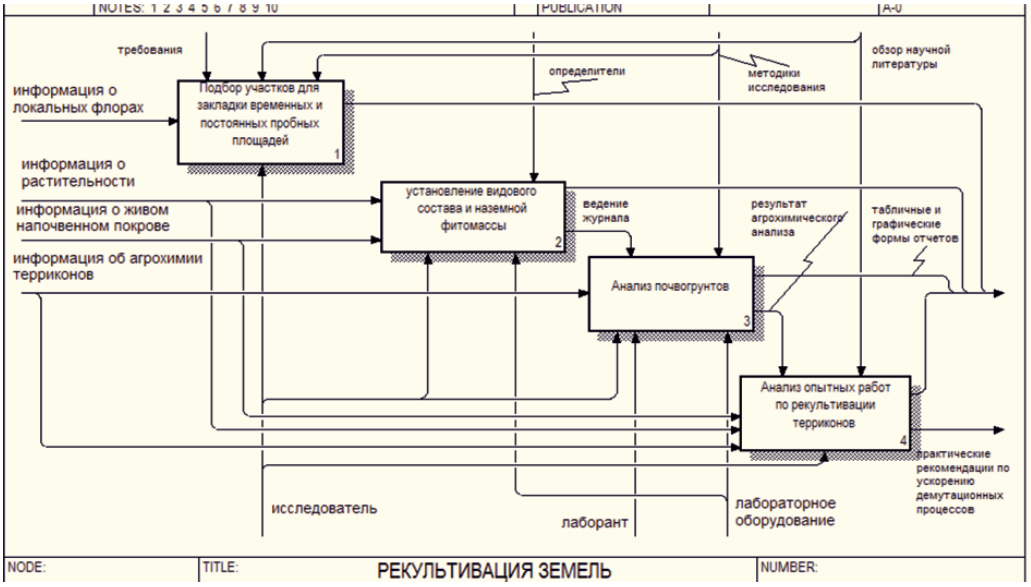


Рис. 2. Диаграмма первого уровня рекультивации земель

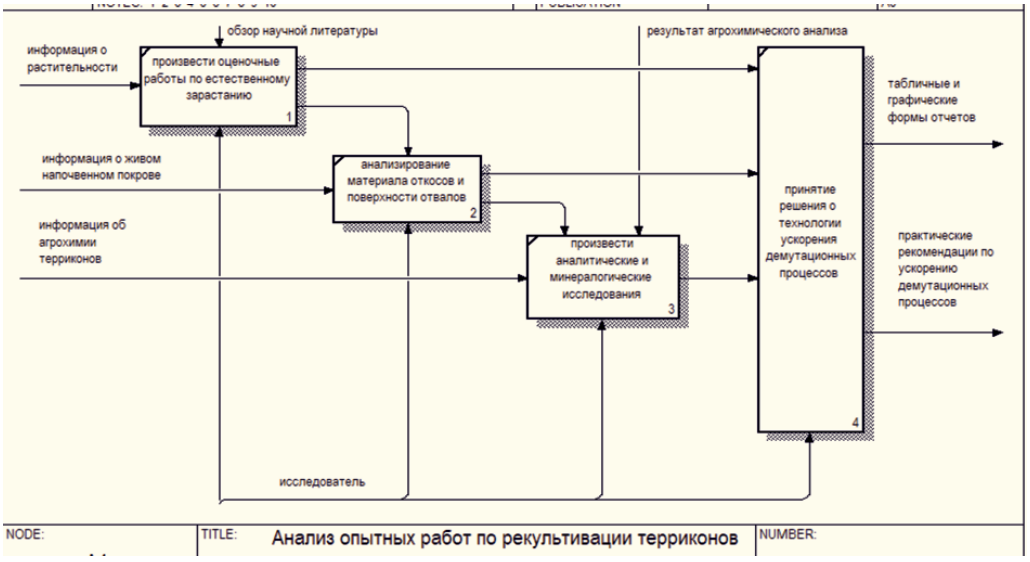


Рис. 3. Декомпозиция модели процесса анализа опытных работ

В этой связи актуальны исследования терриконов, разработки методических подходов, с целью обеспечения геоэкологической безопасности на протяжении всего жизненного цикла отвалов. Были проведены исследования агрохимии почвогрунтов, видов растительности, которые определены в диссертации Е.В. Микрюковой «Динамика естественного зарастания отвалов угледобычи на Среднем Урале».

Проведенные эколого-аналитические исследования формирования кальция и других минералов в формах, близких к минеральному составу природного сырья, оказывают воздействие на водные объекты и грунт, соединения, которого можно использовать для производства кирпича и отсыпки дорог [4]. Это определяет актуальность проведения исследований в этом направлении, вовлечения в ресурсный цикл больших объемов разнородных отходов, имеющих низкие агрохимические показатели, особенно для применения данных отходов в строительной отрасли.

Для проведения системного анализа сравнительных показателей применялось программное обеспечение 1С:Предприятие [5, 6]. В среде 1С:Предприятие 8.2 создавались и заполнялись справочники, в которых хранится и добавляется нормативно-справочная информация из сводных таблиц, сформированых в программе Microsoft Excel, для отвалов с различной давностью отсыпки. Справочники формировались с учетом заложенных пробных площадей на терриконах, экспозиции склона, встречаемости, средней высоты насаждений, учитывался подрост и подлесок.

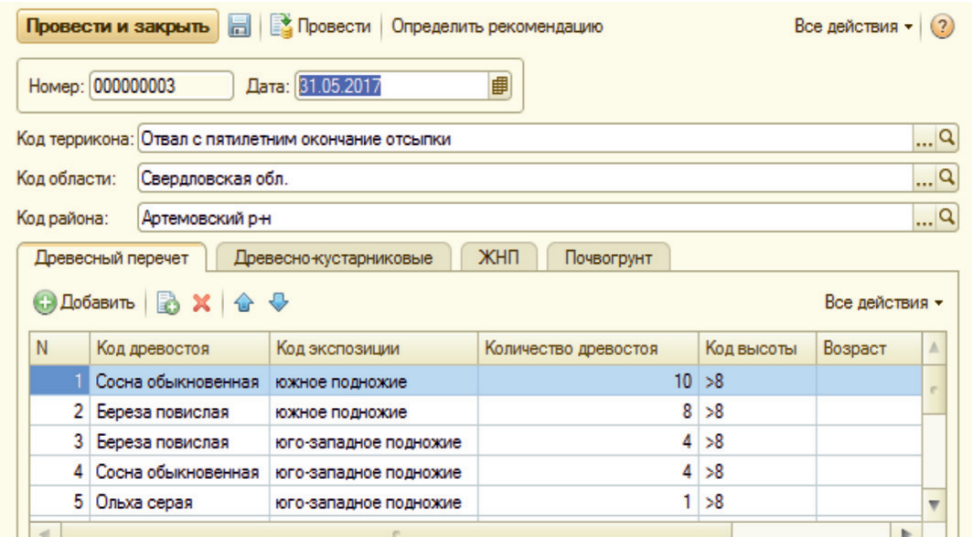


Рис. 4. Сформированный Документ для терриконов с различной давностью отсыпки

Табличная часть документа с несколькими вкладками

Древесный перечет	Древесно-кустарниковая растительность (ДКР)	Живой напочвенный покров	Почвогрунт
код древостоя	вид ДКР	код ЖНП	код показателя почвогрунта
код экспозиции	код экспозиции	вес сухой	количество показателя
количество древостоя	количество ДКР	вес сырой	единицы измерения
код высоты	код высоты	код экспозиции	
код возраста			
возраст			

В системе 1С:Предприятие 8.2 сформирован документ *ОсмотрТеррикона* с реквизитным составом и различной табличной частью, с помощью которого можно проанализировать, на каком отвале, в какой области и районе произрастает древесная, кустарниковая растительность, живой напочвенный покров, а также показатели почвогрунтов. Спроектированный документ-форма в системе позволяет формировать, наполнять, корректировать характеристику, показатели конкретного отвала (рис. 4).

В документ вносятся данные с помощью выбора из выпадающего списка, ссылаясь на справочники (например, *СправочникСсылка.Терриконы, СправочникСсылка.Области*), начальные данные, то есть на каком отвале, в какой области и районе произрастает та или иная растительность, а также их критерии. На следующих вкладках табличной части документа задаются характеристики живого напочвенного перечета, почвогрунта отвала (таблица).

Далее производится сохранение данных в программе с возможностью вывода графиков сравнения показателей почвогрунтов, встречаемости древесно-кустарниковых экземпляров по различным группам высот, сравнения перечета по возрасту, в зависимости от области и района расположения объектов исследования (рис. 5–6). Возможность учета таких данных дает численное представление о формировании естественного зарастания отвалов с учетом агрохимических показателей (Ca+Mg, Hr, K_2O, P_2O_5, Ph, гумус) почв отвалов.

Результаты исследования и их обсуждение

Созданные в информационной среде документы, выборки данных, графики, отчеты позволяют приблизиться к идеальной модели автоматизации процесса принятия решения для восстановления нарушенных земель. Графики позволяют сгруппировать статистическую информацию, числовые данные и провести системный анализ обработки данных, сравнение полученных результатов. Применение метода системного анализа обработки информации позволяет смоделировать процессы восстановления земель от потоков работ на исследуемых объектах и на основе полученных результатов расширить разработку методических материалов по ускорению восстановительных процессов.

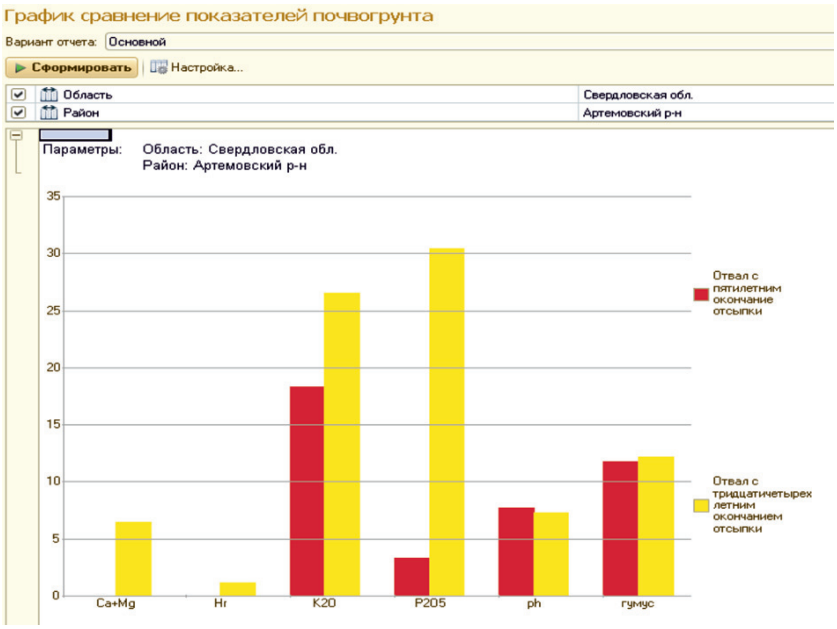


Рис. 5. График сравнения агрохимических показателей почвогрунтов отвалов

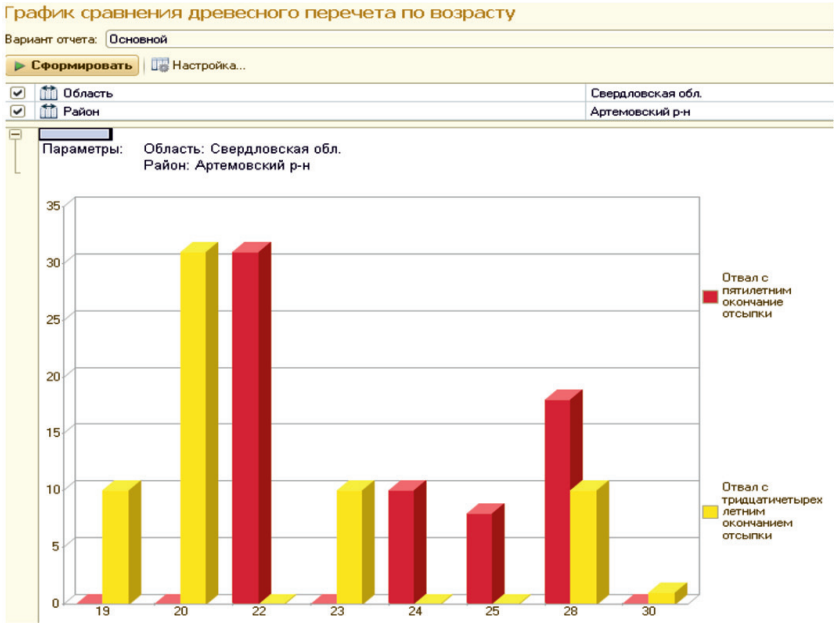


Рис. 6. График сравнения встречаемости древесного перечета по возрастам на отвалах

Выводы

Метод системного анализа обработки информации для принятия решения выстраивается поэтапно, первое – накоплением материала, второе – представление функционального моделирования, третье – проектирование и сопровождение автоматизированной информационной системы в программном приложении 1С:Предприятие, в котором спроектированы справочники, форма документа, статистические графики, выборки исследуемой области, описывающие действия с достаточной точностью, для однозначного моделирования процесса восстановления нарушенных земель и использования их в промышленности. Предложенная функ-

циональная модель позволила выделить основные стадии процесса восстановления нарушенных земель. Модель имеет общий характер и позволяет получить количественные и качественные данные по технологии ускорения демутационных процессов объектов исследования. В созданной информационной системе автоматизирован процесс управления, позволяющий быстро провести информационно-аналитические исследования для выявления закономерностей зарастания нарушенных земель. Разработаны методические рекомендации, позволяющие подойти к решению проблем комплексного системного анализа рекультивации земель. Разработанная автоматизированная информационная система, основанная на управлении восстановления земель, позволила внедрить в производство новую технологию принятия решения о рекультивации нарушенных земель.

Список литературы

1. Пугин К.Г. Научные основы минимизации негативных воздействий на геосферу при использовании отходов производства в строительстве: дис. ... докт. техн. наук: 25.00.36. Москва, 2016. 518 с.

2. Маркин А.В. Построение запросов и программирование на SQL. Рязань: РГРТУ, 2010. 312 с.

3. Микрюкова Е.В. Динамика естественного зарастания отвалов угледобычи на Среднем Урале: дис. ... канд. сел.-хоз. наук: 06.03.03. Екатеринбург, 2006. 199 с.

4. Промышленность России. 2014: Стат.сб./Росстат. М., П81. 2014. 326 с.

5. Мараско Дж. IT-проекты: фронтовые очерки. СПб.: Символ-Плюс. 2010. 384 с.

6. Часовских В.П., Акчурина Г.А., Слободин А.В., Азаренок М.В., Воронов М.П., Кох Е.В, Анянова Е.В., Крайнова Т.С., Богословская О.А. Информационные технологии управления: учебное пособие. 4 изд. испр. и доп. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2015. 667 с.

УДК 004:629.734

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И ПОИСК РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА РАННИХ СТАДИЯХ И ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Горбунов А.А., Припадчев А.Д., Кондров Я.В., Магдин А.Г.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: gorbynovaleks@mail.ru

В представленной статье предложена методика определения точных значений исследуемых параметров на ранних стадиях и этапах проектирования магистрального воздушного судна (ВС). Традиционный процесс проектирования ВС предполагает проведение декомпозиции на конструктивные элементы и функциональные блоки, что позволяет решать задачи малой размерности для несуществующего объекта на ранних стадиях проектирования. Проектирование ВС и его составных элементов необходимо вести в контексте комплексного многопараметрического подхода с применением синергетических методов, реализованных посредством программного обеспечения. Под синергетическими методами в контексте работы понимается объединение аэродинамических явлений и результатов численных моделирований, характеристик жесткости и прочности конструкции с обликовыми параметрами, и т.д. для ВС и его элементов. А под машинной обработкой понимается способность исследовать и устанавливать связи между параметрами, снижать размерность и генерировать новый вариант проектной альтернативы. Создание прикладного программного обеспечения, реализующего в себе многопараметрический подход и единственность решения на этапах предварительного и эскизного проектирований, позволит совершенствовать процесс проектирования ВС, а представленная методика позволит обеспечить связь с валидационным базисом (эталонными решениями).

Ключевые слова: воздушное судно, выбор параметров, поиск рациональных решений, этапы проектирования, проектная альтернатива

CHOICE OF PARAMETERS AND SEARCH OF RATIONAL SOLUTIONS AT EARLY PHASE AND STAGES OF DESIGNING A MAIN AIRCRAFT

Gorbunov A.A., Pripadchev A.D., Kondrov Ya.V., Magdin A.G.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg, e-mail: gorbynovaleks@mail.ru

In the presented article, a methodology for determining the exact values of the studied parameters at the early stages and design stages of a main aircraft is proposed. The traditional aircraft design process involves decomposition into structural elements and functional units, which allows us to solve small-dimensional problems for a non-existent object in the early stages of design. The design of the aircraft and its components must be carried out in the context of an integrated multi-parameter approach and the application of synergetic methods implemented through software. Synergetic methods in the context of the work are understood as the combination of aerodynamic phenomena and the results of numerical simulations, characteristics of rigidity and strength of a structure with facing parameters, etc. for the sun and its elements. And under the machined understood – the ability to explore and establish links between the parameters to reduce the dimension and generate a new version of the design alternatives. Creation of application software that implements a multi-parameter approach and uniqueness of the solution at the stages of preliminary and preliminary design, will improve the design process of aircraft, and the presented methodology will allow for communication with the validation basis (reference solutions).

Keywords: aircraft, the choice of parameters, the search of rational solutions, design stages, the project alternative

Согласно классической методике на этапе предварительного проектирования ВС используются весовые формулы. В основе таких формул, как правило, используются упрощенные математические модели, основанные на описании физических объектов и процессов с учетом статистических параметров области существования проектируемого или подлежащего оптимизации ВС [1, 2].

При таком подходе необходимо анализировать большое число статистических данных, выделяя при этом доверительную область величин параметров. Выявить наиболее значимые параметры неавтоматизированным способом практичекски невозможно. Для проведения анализа рационально разработать прикладное ПО, позволяющеее анализировать данные в заданных ограничениях и формировать на их основе, с учетом выбранных критериев эффективности, новые проектные альтернативы.

Также необхлодимо обеспечить ПО возможностью параллельного учета как новых технических решений, так и результаты НИР и ОКР. Результат работы такого ПО – сужение области возможных решений в заданных ограничениях, на основе которой возможно сформировать облик ВС и его элементов в первом приближении в виде эскиза (рис. 1) [3].

Представление ВС виде взаимосвязанных элементов различной степени

сложности и детализации на подсистемы, агрегаты, функциональные блоки, конструктивные элементы и детали обеспечивает выявление связей и определение структуры процесса проектирования. В основе принципа выделения в структуре ВС различных элементов лежит принцип декомпозиции, позволяющий выявить отдельные уровни связанности геометрических параметров элемента с его физическими свойствами [4, 5]. На рис. 2 представлены стадии и этапы проектирования, на которых возможно осуществить выбор оптимального вектора проектных решений, формализовать новые технические решения и провести валидацию полученных проектных альтернатив.

Для установления новых зависимостей между проектными переменными и методиками проектирования необходимо применять синергетические методы, позволяющие осуществлять анализ и синтез данных на некоторой модели, базирующейся на статистической информации и результатах НИР и ОКР. Резюмируя вышесказанное, для совместного проектирования элементов ВС необходимы:

– многопараметрический подход к анализу и синтезу варианта проектного решения;

– модель, объединяющая различные методики и методы проектирования;

– формализованный процесс, позволяющий реализовывать единственность решения для отдельных элементов ВС на этапах предварительного и эскизного проектирований;

– система автоматизированного проектирования, позволяющая реализовывать процесс автоматизированного синтеза проектных и конструкторских параметров в единой информационной среде.

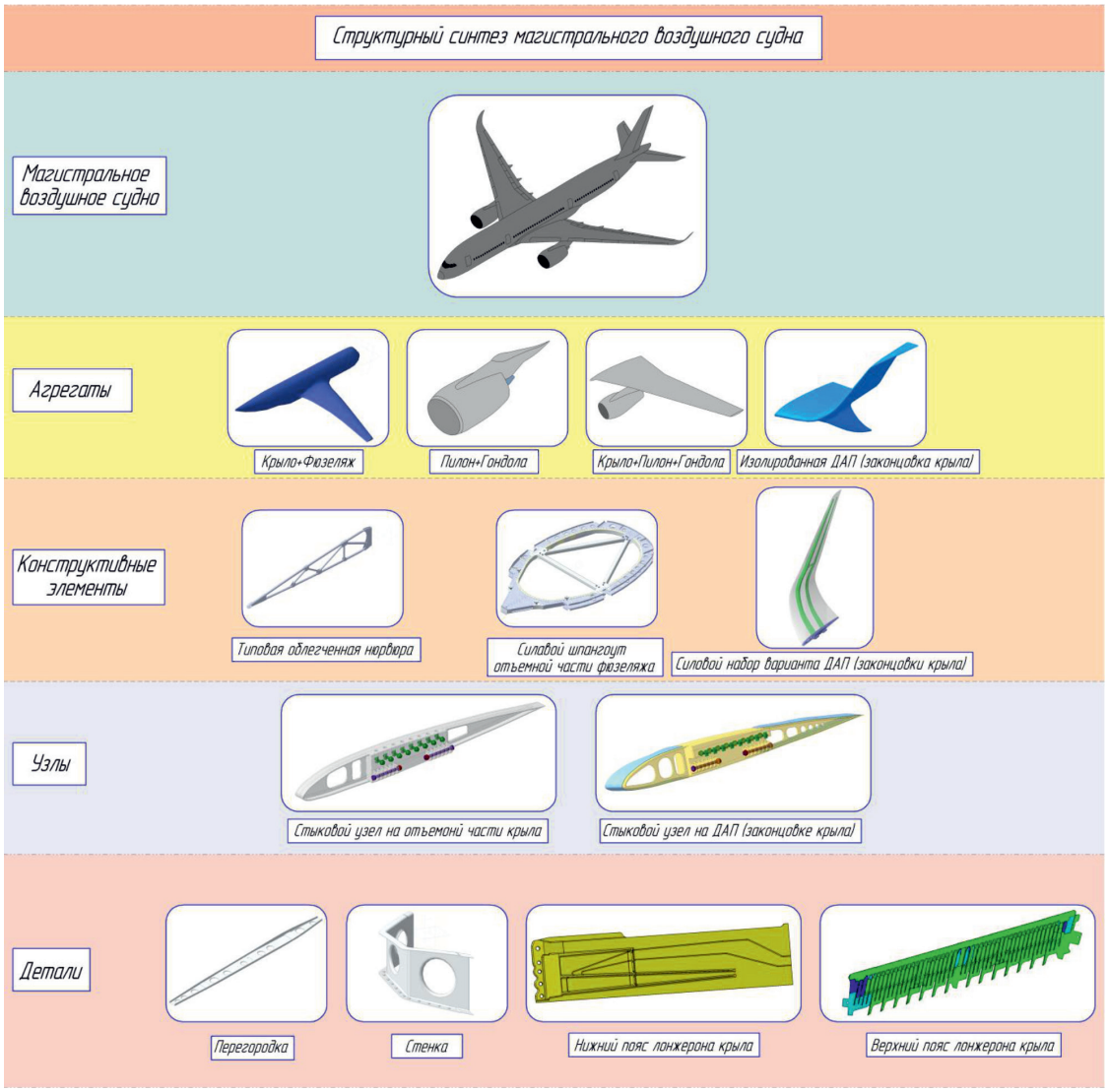


Рис. 1. Блочно-иерархическая структура синтеза элементов магистрального ВС

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

Материалы и методы исследования

В связи с тем, что одним из факторов инновационного развития является переход к технологиям проектирования на основе применения средств вычислительной техники и большого объема математического моделирования, в том числе и имитационного моделирования, процесс проектирования магистрального ВС и его элементов на этапах предварительного и эскизного проектирований необходимо вести в контексте комплексного многопараметрического подхода к варианту проектной альтернативы и применением синергетических методов с машинной обработкой, т.е. ПО.

Под синергетическими методами в контексте работы понимается объединение аэродинамических явлений и результатов численных моделирований, характеристик жесткости и прочности конструкции с обликовыми параметрами, и т.д. для ВС и его элементов.

Предлагаемый подход позволит:

1. Реализовывать единственность решения для отдельных элементов ВС, на этапах предварительного и эскизного проектирований.

2. Осуществлять многопараметрический подход к анализу и синтезу варианта проектного решения.

Формализовать многопараметрический подход к анализу и выбору состава проектно-конструкторских параметров возможно путем представления магистрального ВС в целом и его составных элементов в частности в виде набора формальных моделей (статистической, имитационной, аэродинамической и т.д.). Объединяющим фактором для совокупности моделей является набор параметров в заданной области существования и заданными ограничениями, а сочетание параметров позволяет получать проектное решение с заданным набором характеристик.

Математический аппарат процесса предварительного и эскизного проектирования для составных элементов ВС формируется на основе концептуальной модели в соответствии с блочно-иерархической структурой синтеза элементов магистрального ВС (рис. 1). На рис. 3 представленна структурная схема концептуальной модели выбора проектных альтернатив ВС [3].

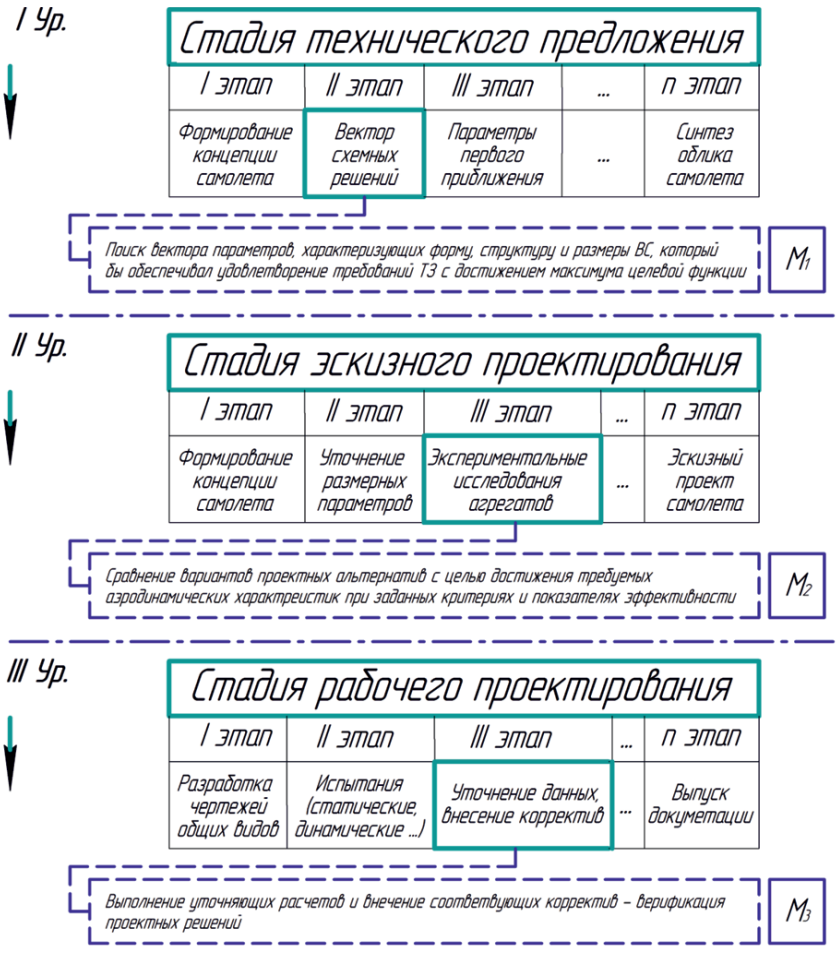


Рис. 2. Укрупненный процесс проектирования ВС

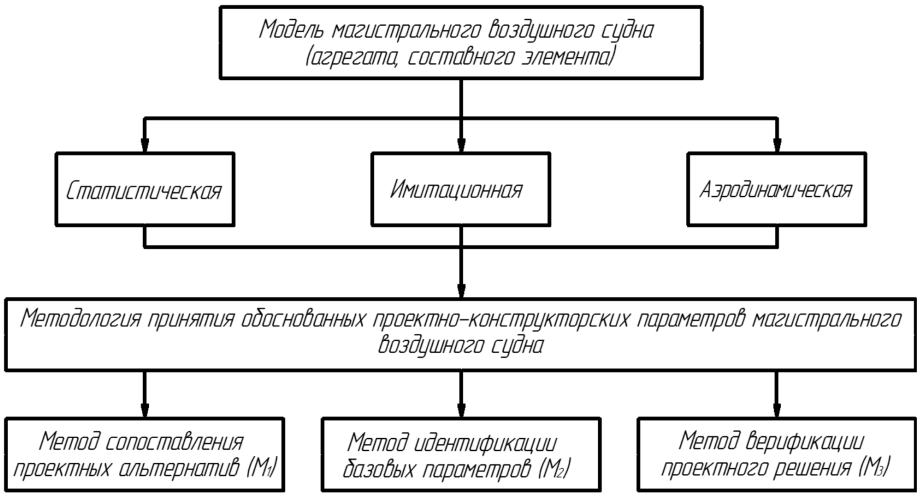
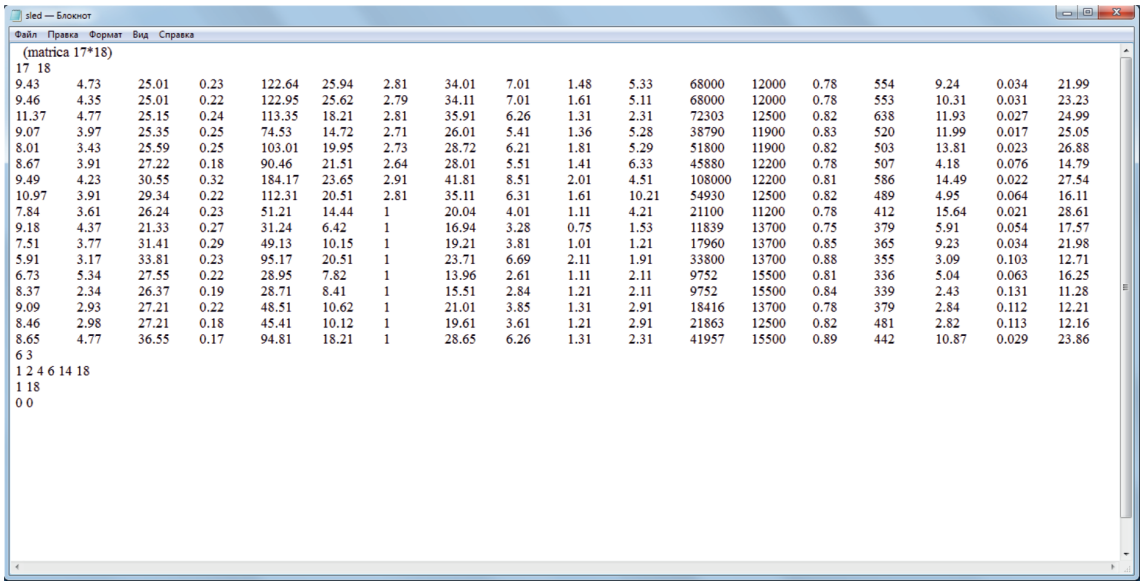


Рис. 3. Структура концептуальной модели


sled — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

(matrica 17*18)

17 18

9.43	4.73	25.01	0.23	122.64	25.94	2.81	34.01	7.01	1.48	5.33	68000	12000	0.78	554	9.24	0.034	21.99
9.46	4.35	25.01	0.22	122.95	25.62	2.79	34.11	7.01	1.61	5.11	68000	12000	0.78	553	10.31	0.031	23.23
11.37	4.77	25.15	0.24	113.35	18.21	2.81	35.91	6.26	1.31	2.31	72303	12500	0.82	638	11.93	0.027	24.99
9.07	3.97	25.35	0.25	74.53	14.72	2.71	26.01	5.41	1.36	5.28	38790	11900	0.83	520	11.99	0.017	25.05
8.01	3.43	25.59	0.25	103.01	19.95	2.73	28.72	6.21	1.81	5.29	51800	11900	0.82	503	13.81	0.023	26.88
8.67	3.91	27.22	0.18	90.46	21.51	2.64	28.01	5.51	1.41	6.33	45880	12200	0.78	507	4.18	0.076	14.79
9.49	4.23	30.55	0.32	184.17	23.65	2.91	41.81	8.51	2.01	4.51	108000	12200	0.81	586	14.49	0.022	27.54
10.97	3.91	29.34	0.22	112.31	20.51	2.81	35.11	6.31	1.61	10.21	54930	12500	0.82	489	4.95	0.064	16.11
7.84	3.61	26.24	0.23	51.21	14.44	1	20.04	4.01	1.11	4.21	21100	11200	0.78	412	15.64	0.021	28.61
9.18	4.37	21.33	0.27	31.24	6.42	1	16.94	3.28	0.75	1.53	11839	13700	0.75	379	5.91	0.054	17.57
7.51	3.77	31.41	0.29	49.13	10.15	1	19.21	3.81	1.01	1.21	17960	13700	0.85	365	9.23	0.034	21.98
5.91	3.17	33.81	0.23	95.17	20.51	1	23.71	6.69	2.11	1.91	33800	13700	0.88	355	3.09	0.103	12.71
6.73	5.34	27.55	0.22	28.95	7.82	1	13.96	2.61	1.11	2.11	9752	15500	0.81	336	5.04	0.063	16.25
8.37	2.34	26.37	0.19	28.71	8.41	1	15.51	2.84	1.21	2.11	9752	15500	0.84	339	2.43	0.131	11.28
9.09	2.93	27.21	0.22	48.51	10.62	1	21.01	3.85	1.31	2.91	18416	13700	0.78	379	2.84	0.112	12.21
8.46	2.98	27.21	0.18	45.41	10.12	1	19.61	3.61	1.21	2.91	21863	12500	0.82	481	2.82	0.113	12.16
8.65	4.77	36.55	0.17	94.81	18.21	1	28.65	6.26	1.31	2.31	41957	15500	0.89	442	10.87	0.029	23.86

6 3

1 2 4 6 14 18

1 18

0 0

Рис. 4. Структура построчного файла «sled»

Рассмотрим определение точных значений исследуемых параметров для элементов магистрального воздушного судна в программе «Многомерный анализ параметров магистральных ВС с построением регрессионных моделей». Исходными данными будут:

– построчный файл, построчная структура которого представлена на рис. 4;

– ограничениями по параметрам исследования будут максимальные значения параметров в столбиках матрицы исследования в файле, например, для первого столбика, соответствующего наблюдаемому параметру «Удлинение крыла, λ» минимальное значение параметра равно 5,91, а максимальное 11,37, для параметра «Скорость полета, М» минимальное значение параметра равно 0,75, а максимальное 0,89 и т.д.

Для проведения прогноза необходимо в файле задать требуемые значения для базовых параметров (табл. 1) в пределах заданных ограничений. Задавать базовые параметры возможно по всем строчкам наблюдения одновременно или по одной из строк матрицы исследования.

В случае если базовые параметры заданы вне диапазона ограничений, это приведет к снижению точности прогноза или вовсе неправильному результату счета, так как полиномиальная модель построена в диапазоне ограничений. Расширить область ограничений возможно внесением в исходную матрицу файла большее количество строчек наблюдения.

В табл. 2 представлены сгруппированные прогнозируемые значения параметров для первой строчки наблюдения исходной матрицы (рис. 3). Проведенный прогноз по шести базовым параметрам позволил с высокой степенью точности определить значения параметров, средняя ошибка прогноза составила 4,72 %.

Таблица 1

Базовые параметры выборки среднемагистральных ВС

Номер	Название параметра	Значение
1	Удлинение крыла, λ	9,7
2	Сужение крыла, η	4,73
4	Относительная толщина профиля крыла, $\overline{c}$	0,23
6	Площадь крыла, занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	25,94
14	Скорость полета, M	0,8
18	Аэродинамическое качество, K	21,99

Таблица 2

Прогнозируемые значения первой строчки наблюдения исходной матрицы

Обозначение параметра	Исходное значение параметров	Прогнозируемое значение параметра
1	2	3
1. Удлинение крыла, λ	9,43	9,7
2. Сужение крыла, η	4,73	4,72
3. Угол стреловидности, χ	25,01	26,6564
4. Относительная толщина профиля крыла, $\overline{c}$	0,23	0,23
5. Площадь крыла, $S_к$	122,64	128,9297
6. Площадь крыла, занятая фюзеляжем, $S_{к.п.ф.}$	25,94	25,94
7. Площадь крыла под пилонами двигателя, $S_{к.п.д}$	2,81	3,3707
8. Размах крыла, l	34,01	36,9754
9. Корневая хорда крыла, b_0	7,01	7,3501
10. Концевая хорда крыла, $b_к$	1,48	1,554
11. Поперечный угол крыла при виде спереди, φ	5,33	5,8946
12. Взлетная масса, m_0	68000	72464,0547
13. Крейсерская высота полета, H	12000	12381,0723
14. Скорость полета, M	0,78	0,8
15. Удельная нагрузка на крыло, p_0	554	588,4413
16. Эффективное удлинение крыла, $\lambda_{эф}$	9,24	9,2432
17. Угол отвала поляры, A	0,034	0,0299
18. Аэродинамическое качество, K	21,99	21,99

Результаты исследования и их обсуждение

С применением разработанного прикладного ПО последовательно проведен прогноз на выборки среднемагистральных ВС. В первом варианте счета в качестве варьируемой величины выбираем параметр № 1 «Удлинение крыла, λ», изменяя величину параметра от исходного значения, представленного в табл. 2, в большую или меньшую сторону, табл. 3, получаем прогнозируемые значения для остальных 17 исследуемых параметров.

Геометрическое решение оптимизационной задачи на прогнозируемых параметрах представлено в виде поверхности отклика (рис. 5).

Во втором варианте счета в качестве варьируемой величины выбираем параметр № 2 «Сужение крыла, η», изменяя величину параметра от исходного значения, в большую или меньшую сторону, табл. 4, получаем прогнозируемые значения для остальных 17 исследуемых параметров.

Таблица 3

Значения величин варьируемых параметров

Параметр	Значение				
(1. Удлинение крыла, λ)	9	9,2	9,43	9,6	9,8

Таблица 4

Значения величин варьируемых параметров

Параметр	Значение				
(2. Сужение крыла, η)	4,3	4,5	4,73	4,9	5,1

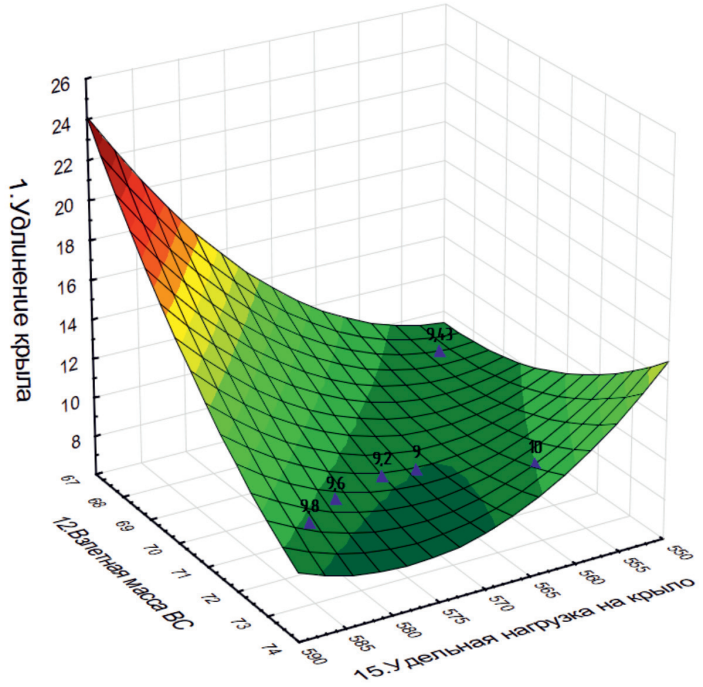


Рис. 5. Прогнозируемые значения для параметра № 1 «λ»

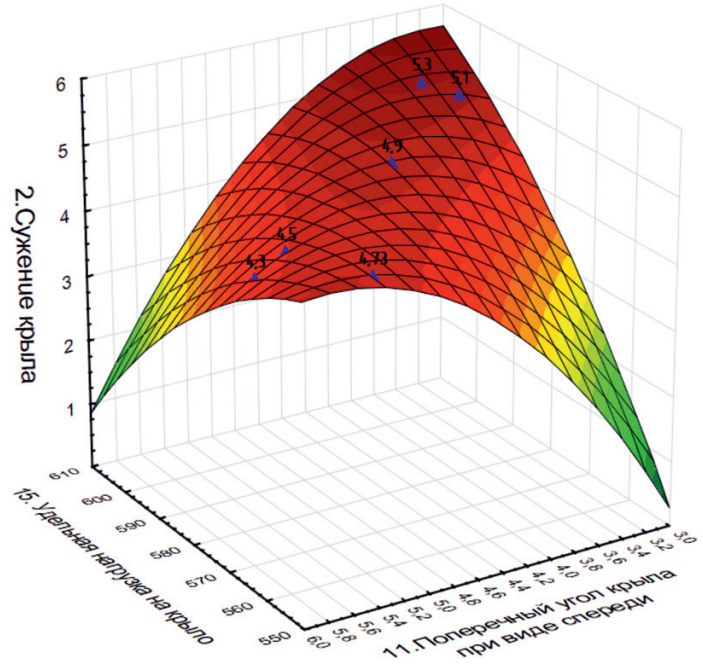


Рис. 6. Прогнозируемые значения для параметра № 2 «η»

Геометрическое решение оптимизационной задачи на прогнозируемых параметрах представлено в виде поверхности отклика (рис. 6).

В третьем варианте счета в качестве варьируемой величины выбираем сочетание параметров № 1 «Удлинение крыла, λ» и № 4 «Относительная толщина профиля крыла, $\overline{c}$ », изменяя величину параметров от исходного значения, табл. 5, получаем прогнозируемые значения для остальных 16 исследуемых параметров.

Таблица 5

Значения величин варьируемых параметров

Параметр	Значение				
(1. Удлинение крыла, λ)	9,2	9,4	9,43	9,6	9,8
(4. Относительная толщина профиля крыла, $\overline{c}$)	0,16	0,18	0,23	0,19	0,2

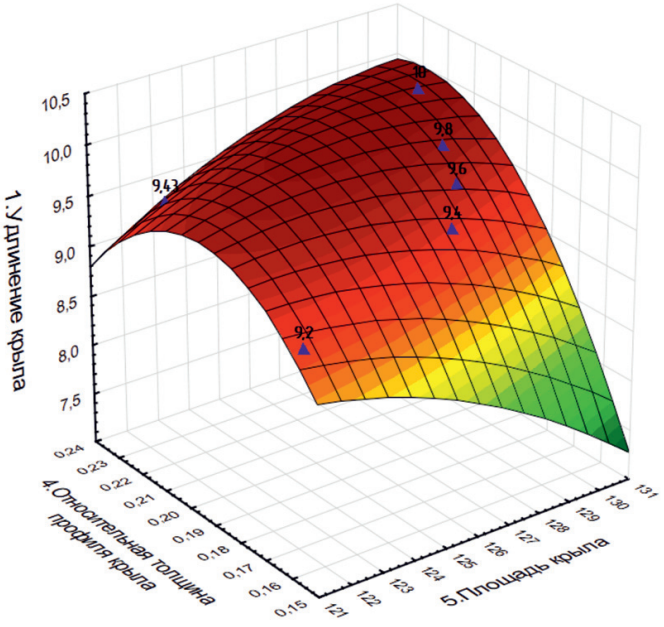


Рис. 7. Прогнозируемые значения для параметра № 4 « $\overline{c}$ *»*

Геометрическое решение оптимизационной задачи на прогнозируемых параметрах представлено в виде поверхности отклика (рис. 7).

Заключение

Представлена методика определения точных значений исследуемых параметров с применением разработанного прикладного ПО на примере элементов магистрального ВС и решены оптимизационные задачи по определению рациональных параметров элементов при заданных критериях эффективности и ограничениях. Результаты приняты в АО Государственная корпорация «Ростех», «РТ-Техприемка».

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

Список литературы

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

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

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

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

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

УДК 681.515:004.421

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ КОРРЕКЦИИ ЦИФРОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Захарова О.В., Раков В.И., Есин К.С.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орёл, e-mail: rakov2010vi@mail.ru, cvaig@mail.ru

В работе показана необходимость корректирования процессов цифрового регулирования. Предложены идея и метод корректирования процессов цифрового регулирования электромобильных средств в отношении двигателей постоянного тока. Предложенная методика, ориентированная на использование различных дискретных формул и законов регулирования, позволяет результативно использовать предложенные инструментальные средства корректирования цифрового регулирования, обеспечивающие гибкое оперативное изменение процесса регулирования для достижения требуемого запаса устойчивости. Предложена идея структурного включения инструментария корректировки цифрового регулирования в операционную систему на основе традиционных компонентов операционной системы реального времени, обеспечивающая проведение оперативного корректирования процесса цифрового регулирования. Представлены программные эксперименты, демонстрирующие моделирование и сравнение известных дискретных математических моделей цифрового регулирования (модели цифрового пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулирования на основе формулы прямоугольников, формулы трапеций и формулы Симпсона) с предложенным методом корректировки. Для ускорения формирования в новом методе наилучшего управляющего воздействия предложено использовать параллельные вычисления в микропроцессорных компонентах. Предложенный инструментарий порождает совокупность методов цифрового регулирования, и поэтому предложенные разработки можно считать начальным вкладом в построение методологии корректирования цифрового ПИД регулирования электромобильных средств.

Ключевые слова: цифровой регулятор, электромобильное средство, корректировка, двигатель постоянного тока, моделирование

APPROACH TO MODELING PROCESSES OF DIGITAL REGULATION CORRECTION FOR ELECTROMOBILE MEANS

Zakharova O.V., Rakov V.I., Esin K.S.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S. Turgenev», Orel, e-mail: rakov2010vi@mail.ru, cvaig@mail.ru

The article shows the need for adjusting the processes of digital regulation. The idea and method of correcting the processes of digital regulation of electric vehicles in relation to DC motors are proposed. The proposed method, focused on the use of various formulas and laws of regulation, allows to effectively use the proposed tools for correcting digital regulation, providing a flexible operational change in the regulation process to achieve the required margin of stability. The idea of the structural inclusion of digital adjustment tools in the operating system based on the traditional components of the real-time operating system, which provides for the on-line adjustment of the digital regulation process, is proposed. Software experiments are presented that demonstrate modeling and comparison of known discrete mathematical models of digital regulation (models of digital proportional-integral-differential (PID) regulation based on the formulas of rectangles, trapezoids and Simpson) with the proposed method of correction. To accelerate the formation in the new method of the best control action it is proposed to use parallel calculations. The proposed tools generates a set of methods of digital regulation and therefore the proposed development can be considered an initial contribution to the construction of the methodology of correction of digital PID regulation of electric vehicles.

Keywords: digital regulator, electric vehicle, correction, DC motor, modeling

В последнее десятилетие наиболее развитые индустриальные страны активно занимаются производством и внедрением транспортных средств на электрическом приводе, поскольку автомобили с карбюраторными и дизельными двигателями наносят существенный ущерб окружающей среде, стремительно дорожают бензин и солярка, а также повышается стоимость обслуживания автомобилей [1, 2]. На сегодняшний день для производства электромобильных средств используются двигатели переменного и постоянного тока [3, 4]. Причём эффективность последних во многом обуславливается эффективностью цифровых регуляторов положения, скорости и тока [5]. Разработка цифрового регулятора, исходя из континуальной модели регулятора [6, 7]

$$U(t) = k_{\text{П}}\Delta x(t) + \\ + k_{\text{И}}\int_{\tau=0}^{\tau=t}\Delta x(\tau)d\tau + k_{\text{Д}}\frac{d\Delta x(t)}{dt}, \qquad (1)$$

традиционно сводится к обсчету формулы пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора [7, 8], на основе которой формируется сигнал широтно-импульсной модуляции:

$$U(nT) = U((n-1)T) + \left(k_{\text{П}} + k_{\text{И}}T + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x(nT) +$$

$$+ \left(-k_{\text{П}} - \frac{2k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x((n-1)T) + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \cdot \Delta x((n-2)T), \quad (2)$$

где $t = nT$ (n – момент времени ($n = 0, 1, 2,...$), T – период опроса датчиков); $U(nT)$ и $U((n-1)T)$ – управляющие воздействия в соответствующий момент времени; $\Delta x(nT)$ – рассогласование (отклонение, ошибка, невязка) в текущий ($\Delta x(t)$ пропорционален $x_0(t) - x(t)$, где $x_0(t)$ – задающее воздействие, $x(t)$ – регулируемая величина); $\Delta x((n-1)T)$ и $\Delta x((n-2)T)$ – ошибки в соответствующий момент времени; $k_{\text{П}}$, $k_{\text{И}}$, $k_{\text{Д}}$ – настроечные параметры регулятора. Сравнительное исследование традиционной формулы цифрового регулирования (2) [9, 10] показало, что различные диапазоны значений настроечных параметров ($k_{\text{П}}$, $k_{\text{И}}$, $k_{\text{Д}}$) делают эффективными как формулы вычисления управляющего воздействия (2), так и формулы с раскрытием интеграла в (1) по методу трапеций:

$$U(nT) = U((n-1)T) + \left(k_{\text{П}} + \frac{k_{\text{И}}}{2} \cdot T + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x(nT) +$$

$$+ \left(-k_{\text{П}} + \frac{k_{\text{И}}}{2} \cdot T - \frac{2k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x((n-1)T) + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \cdot \Delta x((n-2)T); \quad (3)$$

и по методу Симпсона:

$$U(nT) = U((n-1)T) + \left(k_{\text{П}} + \frac{k_{\text{И}}}{2} \cdot T + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x(nT) +$$

$$+ \left(-k_{\text{П}} + \frac{k_{\text{И}}}{2} \cdot T - \frac{2k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x((n-1)T) + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \cdot \Delta x((n-2)T) \text{ для } n = 0, 2, 4, \ldots,$$

$$U(nT) = U((n-1)T) + \left(k_{\text{П}} + \frac{k_{\text{И}}}{3} \cdot T + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x(nT) +$$

$$+ \left(-k_{\text{П}} + \frac{5k_{\text{И}}}{6} \cdot T - \frac{2k_{\text{Д}}}{T} \right) \cdot \Delta x((n-1)T) + \left(\frac{k_{\text{Д}}}{T} - \frac{k_{\text{И}}}{6} \cdot T \right) \cdot \Delta x((n-2)T) \text{ для } n = 0, 2, 4, \ldots. \quad (4)$$

Однако различные формулы обуславливают различную форму переходного процесса и установившегося режима. Не всегда удается удовлетворить требования регулирования по запасу устойчивости при использовании одной из формул. Возникает потребность в методе, который совмещал бы в себе основные позитивные свойства формул (2)–(4).

В работе сделана попытка формулирования подхода к построению основ методологии корректирования процессов цифрового ПИД регулирования на примере оценки наиболее быстродействующего токового контура двигателя постоянного тока.

Научная проблема
как индикатор цели исследования

Поскольку в теории тяговых электрических машин и в теории автоматического управления отсутствуют методики смешанного типа, разработка методов автоматического перехода на различные формулы или в целом на корректировку процесса цифрового регулирования является актуальной.

Основная идея корректирования

Идея корректировки цифрового регулирования в текущий момент времени $t = nT$ заключается:

1) в формировании управляющих воздействий $U_1(nT), U_2(nT), ..., U_{k-1}(nT), U_k(nT)$ по дискретным математическим моделям регулятора $M_1, M_2, ..., M_{k-1}, M_k$;

2) в моделировании для следующего момента времени $t = (n + 1)T$ реакций объекта управления $x_1((n+1)\cdot T), x_2((n+1)\cdot T), ..., x_{k-1}((n+1)\cdot T), x_k((n+1)\cdot T)$ и соответствующих рассогласований $\Delta x_1((n+1)\cdot T), \Delta x_2((n+1)\cdot T), ..., \Delta x_{k-1}((n+1)\cdot T), \Delta x_k((n+1)\cdot T)$;

3) в выполнении предиката, т.е. поиск минимального рассогласования:

$$\Delta x_{\min}((n+1)T) = \min\left\{\Delta x_1((n+1)\cdot T), \Delta x_2((n+1)\cdot T), ..., \Delta x_{k-1}((n+1)\cdot T), \Delta x_k((n+1)\cdot T)\right\},$$

и выборе наилучшего управляющего воздействия из $U_1(nT), U_2(nT), ..., U_{k-1}(nT), U_k(nT)$, соответствующего минимальному отклонению $\Delta x_{\min}((n+1)T)$.

Тогда *метод корректировки цифрового регулирования* можно описать следующей последовательностью действий:

1) выбираются дискретные математические модели регулятора $M_1, M_2, ..., M_{k-1}, M_k$ с соответствующими значениями настроечных параметров;

2) задаются критерии выбора управляющего воздействия, используемые при совпадении значений невязок, смоделированных для момента времени $t = (n + 1)T$. Например:

$$\left|\Delta x_1((n+1)\cdot T)\right| = \left|\Delta x_2((n+1)\cdot T)\right| \to U_2(nT), \ldots,$$

$$\left|\Delta x_1((n+1)\cdot T)\right| = \left|\Delta x_2((n+1)\cdot T)\right| = ... = \left|\Delta x_{k-1}((n+1)\cdot T)\right| = \left|\Delta x_k((n+1)\cdot T)\right| \to U_k(nT);$$

3) задаётся уставка $x_0(t)$ (задающее воздействие);

4) формируются управляющие воздействия в текущий момент времени:

$$U_1(nT), U_2(nT), ..., U_{k-1}(nT), U_k(nT);$$

5) моделируются для следующего момента времени $t = (n + 1)T$ реакции объекта управления, рассчитанные на основе сформированных на предыдущем шаге управляющих воздействий и текущего значения реакции объекта управления $x(nT)$:

$$x_1((n+1)T, U_1(nT), x(nT), ...), \ x_2((n+1)T, U_2(nT), x(nT), ...), \ \ldots,$$

$$x_{k-1}((n+1)T, U_{k-1}(nT), x(nT), ...), \ x_k((n+1)T, U_k(nT), x(nT), ...);$$

6) моделируются рассогласования, рассчитанные на основе полученных на предыдущем шаге реакций объекта управления:

$$\Delta x_1((n+1)T, x_1((n+1)T), x_0), \ \Delta x_2((n+1)T, x_2((n+1)T), x_0), \ \ldots,$$

$$\Delta x_{k-1}((n+1)T, x_{k-1}((n+1)T), x_0), \ \Delta x_k((n+1)T, x_k((n+1)T), x_0);$$

7) выбирается абсолютное минимальное значение рассогласования из рассчитанных на предыдущем шаге рассогласований:

$$\Delta x_{\min}((n+1)\cdot T) = \min\left\{\left|\Delta x_1((n+1)\cdot T)\right|, \left|\Delta x_2((n+1)\cdot T)\right|, ..., \left|\Delta x_{k-1}((n+1)\cdot T)\right|, \left|\Delta x_k((n+1)\cdot T)\right|\right\};$$

8) выбирается управляющее воздействие $U(nT)$, соответствующее $\Delta x_{\min}((n + 1)T)$ с учетом критериев выбора, сформулированных на втором шаге:

$$\text{если } \left(\Delta x_{\min}((n+1)T) = \Delta x_1((n+1)T)\right), \text{ то } U(nT) = U_1(nT); \ \ldots;$$

$$\text{если } \left(\Delta x_{\min}((n+1)T) = \Delta x_k((n+1)T)\right), \text{ то } U(nT) = U_k(nT).$$

Очевидно, что сформулированные идея и метод корректировки будут эффективны в реализации при наличии следующих инструментальных средств корректировки:

а) по оперативному изменению набора математических моделей регулятора;

б) по вариации критериев выбора управляющего воздействия;

в) по выбору языка представления уставки;

г) по выбору языка представления невязки и его формальным аналогам.

В качестве примера моделирования для корректирования процессов цифрового регулирования использовалась упрощённая модель токового контура двигателя постоянного тока электромобильного агрегата BMW 325iX [11]:

$$x(t) = a \cdot x((n-1)T) + b \cdot U((n-1)T) = 0{,}9 \cdot x((n-1)T) + 0{,}1 \cdot U((n-1)T),$$

которая показала продуктивность предложенного метода корректирования [12].

Проблематика корректирования

Следуя традиционным представлениям [13], принято считать, что устойчивость – свойство системы возвращаться в исходный или близкий к нему установившийся режим из различных начальных состояний. Если t – время, y_i – переменные, описывающие состояние непрерывной системы (НС) со сосредоточенными параметрами (замкнутый контур ПИД регулирования), то она описывается в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений или в векторно-матричной форме:

$$\frac{dy}{dt} = Y_i(t, y_1, ..., y_n)\ (i = 1, 2, ..., n), \qquad (5)$$

$$\frac{dy}{dt} = Y(t, y), \qquad (6)$$

где $y = \{y_1, y_2, ..., y_n\}$, $Y = \{Y_1, Y_2, ..., Y_n\}$ – n – мерные векторы-столбцы. Если $\eta = \eta(t)$ – некоторое частное решение уравнения (6) (невозмущенное движение), устойчивость которого требуется исследовать, а разность $x = y - \eta(t)$ – это отклонение решения $y(t)$ от $\eta(t)$, то переменные $x_i = y_i - \eta_i$ удовлетворят уравнениям возмущенного движения:

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i(t, x_1, ..., x_n)\ (i = 1, 2, ..., n), \qquad (7)$$

где $X_i(t, x_1, ..., x_n) = Y_i(t, x_1 + \eta_1, ..., x_n + \eta_n) - Y_i(t, \eta_1, ..., \eta_n)$ или в векторно-матричной форме:

$$\frac{dx}{dt} = X(t, x), \qquad (8)$$

где $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}, X = \{X_1, X_2, ..., X_n\} - n$ – мерные векторы-столбцы, причём $X(t, 0) \equiv 0$.

Несмотря на многообразие определений устойчивости (устойчивость по Лагранжу для равновесия консервативных механических систем, орбитальная устойчивость, структурная устойчивость, L_2-устойчивость, устойчивость инвариантного множества и др.), её основная идея выражена в представлениях об устойчивости по академику А.М. Ляпунову. Исходя из предположения о том, что функции X_i удовлетворяют условиям существования и единственности решения системы (7), невозмущенное движение системы $\eta = \eta(t)\ (0 < t < \infty)$ называется устойчивым при $t \to \infty$, если для любых $\varepsilon > 0$ и $t_0 \in (0, \infty)$ существует $\delta = \delta(\varepsilon, t_0) > 0$ такое, что для всех возмущённых движений, удовлетворяющих условию $\|x(t_0)\| < \varepsilon$, следует $\forall t:\ t_0 \le t < \infty$ справедливость неравенства $\|x(t)\| < \delta$, где норма вектора x представляется евклидовой нормой $\|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$ или нормой Манхеттена $\|x\| = \sum_{i=1}^{n} |x_i|$. Для линейных непрерывных систем (ЛНС) уравнение (8) сводится к виду

$$\frac{dx}{dt} = A(t) \cdot x, \qquad (9)$$

где $A(t) - n \times n$-матрица, элементы которой в общем случае являются функциями времени, а когда $A(t) = A$ – постоянная матрица, справедливо суждение: ЛНС (9) с постоянной матрицей A устойчива тогда и только тогда, когда все характеристические числа (собственные значения) $\lambda_j = \lambda_j(A)$ матрицы A обладают неположительными вещественными (действительными) частями:

$$\mathbb{R}e\,\lambda_j(A) \le 0, \quad j = 1, 2, ..., n. \qquad (10)$$

При этом характеристические числа с нулевой вещественной частью допускают лишь простые элементарные делители. Характеристические числа матрицы A являются корнями её характеристического уравнения:

$$\Delta(\lambda) = \det(A - \lambda I) = 0, \qquad (11)$$

где I – единичная матрица. Оценивать знаки действительных частей корней уравнения (11) – непростая задача, но это можно сделать, не решая его, посредством критериев устойчивости Рауса, Гурвица, Михайлова или Найквиста для систем (9) с постоянной матрицей.

Такое представление устойчивости в практическом аспекте естественно интерпретируется как свойство затухания переходного процесса с течением времени, а областью устойчивости системы обусловливается множеством сочетаний ее параметров, при которых выполняется общее условие устойчивости ЛНС, в том числе для линейных систем автоматического управления и регулирования. Граничными (критическими) называют такие сочетания параметров, при которых система находится на границе устойчивости. При этом нередко требуется оценить влияние одного параметра системы на ее устойчивость при постоянных (номинальных) значениях остальных параметров. В этом случае определяется запас устойчивости – диапазон значений параметра от номинального до граничного, как правило, посредством [14]: а) критерия устойчивости Гурвица, который задаёт запас устойчивости системы тем, что алгебра-

ические неравенства соответствующих детерминантов были больше заданной положительной величины, определяющей запас устойчивости; б) критерия устойчивости Михайлова, который обеспечивает исследуемую систему заданным запасом устойчивости *a*, если кривая Михайлова, удовлетворяя критерию устойчивости, не заходит в круг радиуса *a* с центром в начале координат. Это требование определяет удаление кривой Михайлова от начала координат во всех точках не менее чем на заданную величину *a*; в) критерия устойчивости Найквиста как амплитудно-фазового критерия, например, в двух вариантах. В первом случае считают, что система обладает заданным запасом устойчивости *a*, если амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы, удовлетворяя критериям устойчивости, не заходит в круг радиуса *a* с центром в точке с координатами (–1; *j*0). Во втором – оценивают запас устойчивости по фазе и запас устойчивости по амплитуде. Запас устойчивости по фазе определяется величиной, на которую должно возрасти запаздывание по фазе в системе на частоте среза, чтобы система оказалась на границе устойчивости. Запас устойчивости по амплитуде определяется величиной допустимого подъема логарифмической амплитудной характеристики, при котором система окажется на границе устойчивости, то есть запас по амплитуде представляет собой запас по коэффициенту передачи разомкнутой системы по отношению к его критическому по устойчивости значению.

Значительная смысловая нагрузка понятия устойчивости и запаса устойчивости делает методики их определения структурообразующими финальными мероприятиями процессов синтеза цепей регулирования и поэтому функционал установления и оценки запаса устойчивости для соотношений (5)–(11) должен быть включён в инструментарий корректировки и должен отрабатываться системами моделирования уже на первых этапах сформулированного метода корректировки цифрового регулирования.

Однако здесь не исключена возможность, во-первых, нарушения устойчивости самого метода корректировки при добавлении алгоритмов определения запаса устойчивости и, во-вторых, результативности достижения такого процесса корректирования, при котором совмещались бы высокая точность регулирования с наибольшими показателями запаса устойчивости на множестве моделей регулирования $M_1, M_2, ..., M_{k-1}, M_k$.

Заключение

Очевидно, что эффективность предложенной идеи корректирования определяется инструментарием корректировки для: задания математических моделей регулирования, в том числе настроечных параметров; задания предиката и критериев выполнения предиката; задания параметров цифрового регулятора; задания математической модели объекта управления; проведения моделирования.

Не игнорируя отмеченную проблемность по обеспечению как устойчивости метода корректировки, так и оптимального соотношения прецизионного регулирования с наилучшими показателями запаса устойчивости на заданном множестве моделей регулирования, можно наметить следующую научную новизну работы:

1) предложен новый метод корректировки процессов цифрового регулирования на основе известных математических моделей цифрового ПИД регулирования, отличающийся формированием наилучшего управляющего воздействия в такте превентивной оценки реакции объекта регулирования;

2) предложены инструментальные средства корректировки цифрового регулирования на основе предложенного метода корректировки, обеспечивающие гибкое оперативное изменение процесса регулирования для достижения требуемого запаса устойчивости.

В целом предложенный инструментарий порождает совокупность методов регулирования, и поэтому предложенные разработки можно считать начальным вкладом в построение методологии корректирования цифрового ПИД регулирования электромобильных средств.

Список литературы

1. Трескова Ю.В. Электромобили и экология. Перспективы использования электромобилей // Молодой ученый. 2016. № 12. С. 563–565.

2. Egede P. Environmental Assessment of Lightweight Electric Vehicles: monograph. Springer, 2017. 141 p. [Electronic resource]. URL: https://b-ok.org/ireader/2837608 (date of access: 15.09.2019).

3. Карамян О.Ю., Чебанов К.А., Соловьева Ж.А. Электромобиль и перспективы его развития // Фундаментальные исследования. 2015. № 12–4. С. 693–696.

4. Nam K.H. AC Motor Control and Electrical Vehicle Applications. CRC Press LLC, 2018. 425 p.

5. Хилов В.С. Системы управления автоматизированными электроприводами карьерных станков шарошечного бурения: монография. Днепропетровск: НГУ, 2013. 256 с.

6. Рассел Д., Кон Р. ПИД-регулятор. М.: VSD, 2012. 51 с.

7. Mikhalevich S.S., Baydali S.A., Manenti F. Development of a tunable method for PID controllers to achieve the desired phase margin. Journal of Process Control. 2015. № 25. P. 28–34.

8. Мазуров В.М. Принципы построения и методы реализации оптимальных и адаптивных регуляторов для объектов с запаздыванием: автореф. дис. … докт. техн. наук. Тула, 1994. 40 с.

9. Раков В.И., Захарова О.В. Моделирование цифровых регуляторов: монография. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2014. 128 с.

10. Rakov V.I., Zakharova O.V. A New Method Of Mixed Digital Regulation For Medical Equipment. Application of Information and Communication Technologies: Collection of Proceedings of the 11th IEEE International Scientific Conference (Russia, Moscow, September 20–22, 2017). 2 volumes, Volume 2. Moscow: V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, 2017. P. 415–419.

11. Эволюция электромобилей BMW [Электронный ресурс]. URL: https://hevcars.com.ua/reviews/evolyutsiya-razvitiya-elektromobiley-bmw/amp/ (дата обращения: 15.09.2019).

12. Алиев Ю.О., Захарова О.В., Раков В.И. Программа реализации унифицированных алгоритмов наилучшего цифрового регулирования // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2015616512 от 11.06.2015 г.

13. Лычак М.М., Яковлев О.С. Теория устойчивости непрерывных систем // Энциклопедия кибернетики. Т. 2. Киев: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1974. С. 474–478.

14. Петрова А.М. Автоматическое управление. М.: Форум, Инфра-М, 2018. 240 с.

УДК 681.5

ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СПОСОБА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Золотухин С.И., Дьяков Д.Е., Зибров Р.С., Котляров П.С.

ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, e-mail: sx1188@rambler.ru, snooker646@rambler.ru

В настоящее время задачи обработки больших объемов слабоструктурированных данных и вопросы принятия решений на их основе становятся все более актуальными. Разработке обучающих программ и курсов по данной тематике уделяют внимание как ведущие вузы страны (МФТИ, МГУ, СПбГУ), так и крупные компании в лице Яндекс и Майлгрупп. Связано это в первую очередь со значительным ростом технических возможностей материальной составляющей (увеличение объемов, потоков данных и скоростей их перемещения). В предлагаемой авторами статье рассматривается точность расчетов при применении способа выбора рационального решения на основе классического метода анализа иерархий, а также с применением его модификации. Раскрывается суть применяемой модификации в части применения прямых отношений количественных показателей (характеристик) сравниваемых альтернатив с последующим транспонированием соответствующих матриц оценок в зависимости от того, какую альтернативу, с минимальными или максимальными количественными показателями (характеристиками), необходимо вывести в приоритет. Применение предлагаемого авторами способа выбора рационального решения на конкретно рассматриваемом в статье примере позволяет повысить объективность принятия решения по отдельным критериям до 16%. Развитие и внедрение данного способа позволит расширить математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решения.

Ключевые слова: принятие решения, метод анализа иерархий, матрица оценок, альтернативы, коэффициент конкордации, эксперты

ACCURACY OF CALCULATIONS WHEN APPLYING THE METHOD OF CHOOSING A RATIONAL SOLUTION

Zolotukhin S.I., Dyakov D.E., Zibrov R.S., Kotlyarov P.S.

Military educational scientific center of Military and air forces «Military and air academy of a name of professor N.E. Zhukovskiy and Yu.A. Gagarin», Voronezh, e-mail: sx1188@rambler.ru, snooker646@rambler.ru

At present, the challenges of processing large volumes of poorly structured data and the issues of decision-making based on them are becoming more and more relevant. The development of training programs and courses on this topic is paid attention both to the leading universities of the country (MIPI, Moscow State University, SPBSU), as well as to large companies represented by Yandex and Miles Group. This is primarily due to a significant increase in the technical capabilities of the material component (increase in volumes, data flows and speeds of their movement). The article proposed by the authors considers the accuracy of calculations when applying the method of selection of a rational solution based on the classical method of analysis of hierarchies, as well as using its modification. The essence of the used modification is disclosed in terms of application of direct ratios of quantitative indicators (characteristics) of compared alternatives with subsequent transposition of corresponding matrices of estimates depending on which alternative with minimum or maximum quantitative indicators (characteristics) should be put into priority. The application of the method proposed by the authors for selecting a rational solution, on the specific example discussed in the article, makes it possible to increase the objectivity of the decision on individual criteria to 16%. The development and implementation of this method will allow to expand the mathematical tool of the system approach to complex problems of decision-making.

Keywords: decision making, hierarchy analysis method, evaluation matrix, alternatives, concordance coefficient, experts

В данной статье сравнивается определение приоритета принятия решения посредством метода анализа иерархий и предложенного авторами способа выбора рационального решения. Сам способ по своей сути основывается на методе анализа иерархий и призван стать математическим инструментом системного подхода к сложным проблемам принятия решений [1]. Отличается данный способ от классического применения метода анализа иерархий: применением прямых отношений величин (показателей, характеристик) альтернатив при построении матриц относительных оценок, а также транспонированием матриц оценок альтернативных вариантов.

Цель исследования: повышение объективности принятия решения в случае использования нескольких разнородных критериев, применяя учет коэффициента согласованности оценок экспертов. Для сравнения точности принятия решения будет решена задача выбора сорта яблок. При решении указанной задачи необходимо выбрать сорт яблок, обладающий минимальной среднерыночной стоимостью саженца,

максимальным средним временем хранения и средней массой плода, а также хорошими вкусовыми качествами. Сравниваемые образцы яблок: «Айдаред», «Шафран», «Северный Синап» – обладают следующими характеристиками, представленными в табл. 1.

Для удобства расчетов и их отображения введем следующие обозначения: «Айдаред» – Я1, «Шафран» – Я2, «Северный синап» – Я3, «Среднее время хранения» – txp, «Средняя масса плода» – mcp, «Среднерыночная стоимость» – Ccp; «Вкусовые качества» – Вк.

Материалы и методы исследования

Так как при классическом применении метода анализа иерархий строятся матрицы оценок альтернативных вариантов по соответствующим критериям на основе шкалы относительной важности, разработанной Т. Саати, то необходимо задействовать экспертов [2]. Исходя из этого, сформируем группу экспертов, проверим их на согласованность и построим матрицы оценок альтернативных вариантов по критериям: среднее время хранения, средняя масса плода, среднерыночная стоимость – и по критерию вкусовые качества. В табл. 2 приведен расчет матрицы оценок альтернатив по критерию среднее время хранения для эксперта № 1, аналогичным образом произведен расчет для других критериев и остальных девяти экспертов.

Проверим суждения экспертов на согласованность и рассчитаем средние значения нормированных векторов оценок экспертов.

Согласованность экспертов определим по коэффициенту конкордации (W):

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (1)$$

где m – число экспертов, n – количество суждений по взаимной значимости критериев или по значимости альтернативы по соответствующему критерию.

Далее построим матрицы оценок суждений экспертов по соответствующим критериям. В табл. 3 приведен расчет матрицы оценок суждений экспертов по критерию среднее время хранения эксперту № 1, таким же образом произведен расчет для других критериев и экспертов.

Степень согласованности оценок суждений экспертов по критериям [3]: среднее время хранения, средняя масса плода, среднерыночная стоимость и вкусовые качества составляет

$$W = \frac{12 \cdot 1613{,}07}{10^2 \cdot (6^3 - 6)} = 0{,}92, \quad (2)$$

$$W = \frac{12 \cdot 1372{,}40}{10^2 \cdot (6^3 - 6)} = 0{,}78, \quad (3)$$

$$W = \frac{12 \cdot 1146{,}18}{10^2 \cdot (6^3 - 6)} = 0{,}65, \quad (4)$$

$$W = \frac{12 \cdot 1156{,}03}{10^2 \cdot (6^3 - 6)} = 0{,}66. \quad (5)$$

Таблица 1

Количественные и качественные характеристики рассматриваемых сортов яблок

Наименование сорта	Среднее время хранения, мес.	Средняя масса плода, гр.	Среднерыночная стоимость, руб.	Вкусовые качества
Айдаред	6	200	900	кисло-сладкий
Шафран	3	110	800	сладкий
Северный синап	7	120	800	кисло-сладкий

Таблица 2

Матрица оценок альтернативных вариантов по критерию среднее время хранения

Эксперт № 1	Я1	Я2	Я3	Норм. вектор
Я1	1	4,00	0,50	1,32
Я2	0,25	1	0,13	0,33
Я3	2,00	8,00	1	2,64

Таблица 3

Матрица оценок суждений экспертов по критерию среднее время хранения

Эксперты	n						∑
	Я1/Я2	Я1/Я3	Я2/Я1	Я2/Я3	Я3/Я1	Я3/Я2	
Эксперт № 1	4,00	0,50	0,25	0,13	2,00	8,00	
Сумма рангов по каждому суждению	30,00	7,00	3,70	2,62	16,00	48,00	107,32
Отклонение от средней суммы рангов	12,82	–10,18	–13,48	–14,56	–1,18	30,82	
Квадраты отклонений сумм рангов	164,40	103,59	181,66	212,03	1,39	950,00	1613,07

Таблица 4

Нормированный вектор средних значений оценок суждений экспертов по критерию среднее время хранения

Наименование сорта	Нормированные вектора экспертов										Норм. вект. сред.
	Экс. № 1	Экс. № 2	Экс. № 3	Экс. № 4	Экс. № 5	Экс. № 6	Экс. № 7	Экс. № 8	Экс. № 9	Экс. № 10	
Я1	1,32	1,20	1,27	1,13	1,08	1,29	0,91	1,16	1,12	0,87	1,13
Я2	0,33	0,60	0,42	0,38	0,36	0,26	0,46	0,58	0,28	0,43	0,41
Я3	2,64	1,20	1,27	2,26	2,15	1,29	1,82	1,16	2,24	1,73	1,78

Таблица 5

Матрица оценок суждений экспертов о взаимной значимости критериев

Эксперты	n												∑
	txp/ mcp	txp/ Ccp	txp/ Вк	mcp/ txp	mcp/ Ccp	mcp/ Вк	Ccp/ txp	Ccp/ mcp	Ccp/ Вк	Вк/ txp	Вк/ mcp	Вк/ Ccp	
Эксперт № 1	9,00	8,00	3,00	0,11	0,89	0,33	0,13	1,13	0,38	0,33	3,00	2,67	
Сумма рангов по каждому суждению	72,00	58,24	4,18	1,48	55,89	1,54	18,12	2,80	1,49	71,35	72,00	76,69	436
Отклонение от средней суммы рангов	35,68	21,92	–32,14	–34,84	19,57	–34,77	–18,19	–33,51	–34,83	35,04	35,69	40,38	
Квадраты отклонений сумм рангов	1273	481	1033	1214	383	1209	331	1123	1213	1228	1274	1630	12391

Таблица 6

Нормированный вектор средних значений оценок суждений экспертов о значимости соответствующего критерия

Критерии	Нормированные вектора экспертов										Норм. вект. сред.
	Экс. № 1	Экс. № 2	Экс. № 3	Экс. № 4	Экс. № 5	Экс. № 6	Экс. № 7	Экс. № 8	Экс. № 9	Экс. № 10	
txp	2,55	0,84	1,18	1,32	1,14	1,12	1,35	0,67	0,88	0,97	1,20
mcp	0,28	0,46	0,42	0,42	0,40	0,31	0,48	0,80	0,87	0,28	0,47
Ccp	0,32	0,16	0,15	0,18	0,14	0,19	0,17	0,90	0,86	0,16	0,32
Вк	0,85	3,35	3,33	3,48	3,40	3,17	2,76	2,92	2,97	3,43	2,97

Результаты расчета нормированного вектора средних значений оценок суждений экспертов по критерию среднее время хранения представлены в табл. 4, аналогичным образом произведен расчет и для других критериев.

Кроме того, необходимо сформировать матрицу оценок суждений экспертов о взаимной значимости критериев (табл. 5) и на ее основе рассчитать нормированный вектор средних значений оценок суждений эксперта № 1 о значимости соответствующего критерия (табл. 6), а также аналогично получить данные для других экспертов, затем согласно предыдущим выкладкам определить коэффициент конкордации (формула 6) [4].

Далее необходимо из нормированных векторов матриц оценок альтернативных вариантов по соответствующему критерию (табл. 4) сформировать матрицу (табл. 7) размерностью m×n, где m – количество сравниваемых альтернатив, а n – количество критериев по которым проводится сравнение [5].

$$W = \frac{12 \cdot 12391,51}{10^2 \cdot (12^3 - 12)} = 0,87. \qquad (6)$$

Таблица 7

Матрица нормированных векторов оценок суждений экспертов по соответствующему критерию

Наименование показателя		n			
		$t_{хр}$	$m_{ср}$	$C_{ср}$	$B_к$
m	Я1	1,13	1,17	0,77	1,54
	Я2	0,41	0,42	3,13	0,39
	Я3	1,78	1,68	1,08	1,13

После чего умножить сформированную матрицу, элементы которой представлены в табл. 7, на нормированный вектор оценок суждений экспертов о значимости соответствующего критерия (табл. 6). Произведение матрицы на нормированный вектор представлено формулой

$$\begin{matrix} 1,13 & 1,17 & 0,77 & 1,54 \\ 0,41 & 0,42 & 3,13 & 0,39 \\ 1,78 & 1,68 & 1,08 & 1,13 \end{matrix} \times \begin{matrix} 1,2 \\ 0,47 \\ 0,32 \\ 2,97 \end{matrix} = \begin{matrix} 6,73 \\ 2,85. \\ 6,69 \end{matrix} \qquad (7)$$

В результате получен глобальный вектор приоритета, который показывает, что, исходя из оценок экспертов, сорт яблок «Северный синап» наиболее приемлем с точки зрения времени хранения, массы плода, среднерыночной стоимости и вкусовых качеств.

Теперь рассмотрим определение приоритета принятия решения при выборе сорта яблок, если применить предложенный авторами способ выбора рационального решения. В данном способе предлагается следующий алгоритм обработки экспертных оценок: взамен шкалы относительной важности перейти к прямым отношениям одноименных величин в тех случаях, когда сравниваемые альтернативы обладают четко выраженными количественными характеристиками. Например, если сравниваемые объекты обладают массой, тогда при их парном сравнении необходимо массу объекта, находящегося в строке, отнести к массе объекта, находящегося в столбце, и таким образом заполнить всю матрицу парных сравнений, т.е. заполнить оценками в виде прямых отношений сравниваемых альтернатив по соответствующему критерию [6]. Исходя из этого, получаем матрицу оценок альтернативных вариантов по критерию среднее время хранения (табл. 8) и аналогичным образом производим расчет для других критериев.

Таблица 8

Матрица оценок альтернативных вариантов по критерию среднее время хранения

txp	Я1	Я2	Я3	Норм. вектор
Я1	1	2,00	0,86	1,13
Я2	0,50	1	0,43	0,56
Я3	1,17	2,33	1	1,31

Так как по критерию вкусовые качества сравниваемые альтернативы не обладают количественными характеристиками и оценены экспертами в предыдущих выкладках, то значения матриц оценок суждений экспертов о взаимной значимости критериев, матриц суждений экспертов по критерию вкусовые качества, а также соответствующие им коэффициенты конкордации остаются неизменными.

После того как заполнены матрицы оценок альтернативных вариантов по критериям (среднее время хранения, средняя масса плода, среднерыночная стоимость, вкусовые качества) и проверена согласованность экспертов, необходимо провести транспонирование тех матриц оценок альтернативных вариантов по критериям, которые должны выйти в глобальный вектор приоритетов с минимальными характеристиками [7]. Другими словами, это делается для того, чтобы в глобальном векторе приоритетов, например, по критерию «среднерыночная стоимость», на лидирующие позиции выходили наиболее дешевые сорта яблок, а не самые дорогие.

Транспонирование матрицы оценок альтернативных вариантов по критерию среднерыночная стоимость представлено в табл. 9.

Далее аналогично вышеуказанным выкладкам формируется матрица нормированных векторов оценок суждений экспертов и прямых отношений их количественных характеристик по соответствующему критерию (табл. 10). После чего рассчитывается глобальный вектор приоритета (формула 8).

Таблица 9

Транспонированная матрица оценок альтернативных вариантов по критерию среднерыночная стоимость

Ccp	Я1	Я2	Я3	Норм. вектор
Я1	1	0,89	0,89	0,92
Я2	1,13	1	1,00	1,04
Я3	1,13	1,00	1	1,04

Таблица 10

Матрица нормированных векторов оценок (средних значений оценок) суждений экспертов по соответствующему критерию

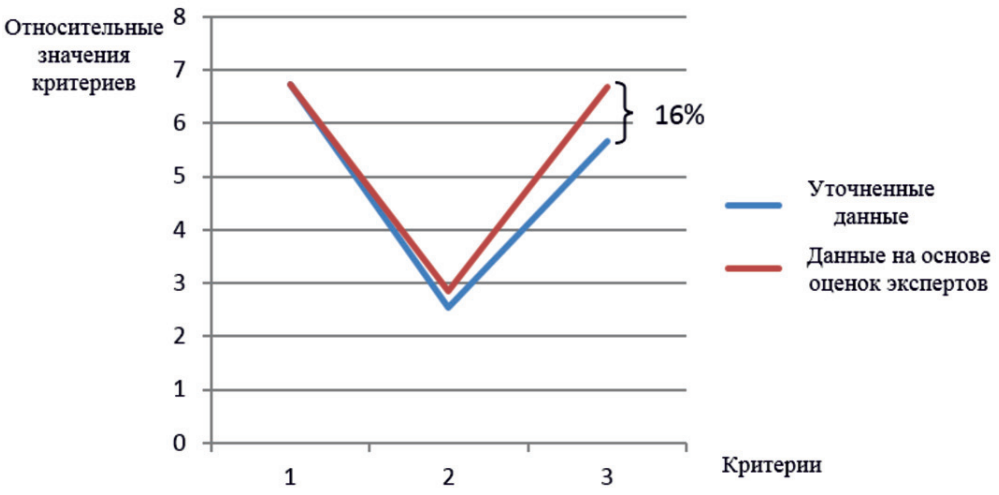
Наименование показателя		n			
		txp	mcp	Ccp	Вк
m	Я1	1,13	1,4	0,92	1,49
	Я2	0,56	0,77	1,04	0,40
	Я3	1,31	0,84	1,04	1,13

$$\begin{matrix} 1,13 & 1,4 & 0,92 & 1,49 \\ 0,56 & 0,77 & 1,04 & 0,40 \\ 1,31 & 0,84 & 1,04 & 1,13 \end{matrix} \times \begin{matrix} 1,2 \\ 0,47 \\ 0,32 \\ 2,97 \end{matrix} = \begin{matrix} 6,73 \\ 2,55. \\ 5,66 \end{matrix} \quad (8)$$

Исходя из имеющихся данных по количественным характеристикам рассматриваемых сортов яблок, а также с учетом оценок экспертов сорт яблок «Айдаред» наиболее приемлем. Однако это противоречит результатам, полученным в первой части статьи, при классическом применении метода анализа иерархий. В свою очередь, прямые отношения реально существующих характеристик нельзя считать ошибочными в силу их физического естества. В результате остается единственно верным искать ошибку в оценках данных экспертами.

Результаты исследования и их обсуждение

Сама теория экспертных оценок оговаривает этот случай так: «чем выше степень согласованности экспертной группы, тем ниже вероятность ошибки» [8]. Однако в рассматриваемом примере и так высокая степень согласованности, в среднем по четырем критериям порядка 0,75. На данном примере наглядно показано повышение объективности принятия решения (рисунок). При сравнении данных, полученных методом анализа иерархий на основе экспертных оценок с аналогичными значениями, полученными, на основе того же метода, но с применением прямых отношений показателей (характеристик) альтернатив и транспонирования матриц относительных оценок альтернативных вариантов.



Сравнение полученных результатов при выборе рационального решения

Таким образом, предложенный способ призван обеспечить корректность сравнения альтернатив и степень обоснованности предпочтительного варианта решения. Разработанные процедуры удобны для алгоритмизации и программирования, что будет способствовать автоматизации процесса сравнительного анализа и экспертизы альтернатив.

Выводы

Полученные результаты позволяют считать, что предлагаемый авторами способ выбора рационального решения позволяет повысить объективность принятия решения по отдельным критериям до 16% исходя их конкретно рассматриваемого случая. Развитие и внедрение данного способа позволит расширить математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решения.

Список литературы

1. Цибизова Т.Ю., Карпунин А.А. Применение метода анализа иерархий в оценке качества процессов управления // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=20847 (дата обращения: 28.08.2019).

2. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем [Перевод с английского Р.Г. Вачнадзе]. М.: Издательство «Радио и связь», 1991. 224 с.

3. Баденко Н.В., Ваксова Е.И., Иванов Т.С., Ломоносов А.А., Никонова О.Г., Петрошенко М.В. Оценка перспективности гидроэнергетического строительства в регионах РФ на основе метода анализа иерархий // Инженерно-строительный журнал. 2014. № 4 (48). С. 39–48.

4. Лебедева А.В. Разработка методических рекомендаций по оценке стратегических рисков методом анализа иерархий // Фундаментальные исследования. 2016. № 4–3. С. 613–617.

5. Золотухин С.И., Синев М.Ю., Шмойлов А.О. Модификация метода анализа иерархий Т. Саати для расчета весов альтернатив при синтезе оптимальной структуры энергетической системы гидравлической установки // Фундаментальные исследования. 2016. № 12–2. С. 284–290.

6. Верескун В.Д. Экспертные оценки в производственно-транспортных процессах: вопросы организации, моделирования и управления // Фундаментальные исследования. 2016. № 4–3. С. 485–489.

7. Коробов В.Б., Тутыгин А.Г. Преимущества и недостатки метода анализа иерархий // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2010. № 122. С. 108–115.

8. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. М.: Либрком, 2011. 357 с.

УДК 004.052.2:004.021

РАЗРАБОТКА БЫСТРОГО АЛГОРИТМА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ OFDM

Калмыков М.И., Юрданов Д.В., Степанова Е.П., Калмыков И.А., Топоркова Е.В.

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

В настоящее время наблюдается тенденция по повышению производительности беспроводных систем передачи данных. Это приводит к необходимости введения нового протокола для мобильной связи. В проекте стандарта IMT-2020 предлагается использовать перспективные сети мобильной связи 5G. Данные системы должны обладать характеристиками, которые будут превосходить стандарты 4G. Переход к новым технологиям позволит обеспечивать более высокую скорость передачи информации и минимальные сетевые задержки, величина которых не должна превышать 1 мс. Для достижения поставленных целей в стандарте 5G предлагается реализовать широкополосную передачу с использованием гребенчатой фильтрации FBMC (Filter Bank MultiCarrier) или универсальной фильтрации UFMC (Universal Filtered MultiCarrier). Проведенные исследования показали, что применение метода UFMC позволяет обеспечить более качественную фильтрацию поднесущей по сравнению с гребенчатой фильтрацией FBMC. Однако использование данного метода требует больших вычислительных затрат, что негативно влияет на скорость передачи информации и на сетевые задержки. Поэтому целью статьи является снижение величины сетевых задержек при применении технологии фильтрации UFMC-сигналов за счет использования быстрого алгоритма выполнения теоретико-числового преобразования (ТЧП). Поэтому разработка быстрого алгоритма выполнения теоретико-числовых преобразований сигналов для систем OFDM, поддерживающих стандарт 5G, является актуальной задачей.

Ключевые слова: ортогональные преобразования сигналов, UFMC-сигнал, теоретико-числовое преобразование, быстрый алгоритм ТЧП

THE DEVELOPMENT OF FAST ALGORITHM TO PERFORM NUMBER-THEORETIC TRANSFORMS OF SIGNALS FOR OFDM SYSTEMS

Kalmykov M.I., Yurdanov D.V., Stepanova E.P., Kalmykov I.A., Toporkova E.V.

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

Currently, there is a tendency to improve the performance of wireless data transmission systems. This leads to the need for a new Protocol for mobile communications. The draft standard IMT-2020 it is proposed to use the perspective of the mobile network 5G. These systems should have characteristics that will exceed the 4G standards. The transition to new technologies will allow to provide higher transmission speed and minimum network delay, the value of which should not exceed 1 MS. To achieve the goals in the 5G standard is proposed to realize broadband transmission using comb-filtered FBMC (Filter Bank MultiCarrier) or universal filter UFMC (Universal Filtered MultiCarrier). Studies have shown that the use of the UFMC method allows for better subcarrier filtration compared to comb filtration FBMC. However, the use of this method requires high computational costs, which negatively affects the speed of information transfer and network delays. Therefore, the purpose of the article is to reduce the value of network delays in the application of filtering technology UFMC-signals by using a fast algorithm for performing numerical-theoretical transformation (NTT). Therefore, the development of a fast algorithm for performing numerical-theoretical transformations of signals for OFDM systems that support the 5g standard is an urgent task.

Keywords: orthogonal transformation signals, UFMC signal, number-theoretic transform, fast algorithm NTT

Постоянный рост пользователей WiFi-гаджетов приводит к ситуации, когда существующие стандарты обеспечения беспроводной системы связи не позволяют в полной мере удовлетворить возрастающие потребности. Это приводит к необходимости введения нового протокола для мобильной связи, в частности 5G. В настоящее время разработан проект стандарта IMT-2020, согласно которому перспективные сети мобильной связи 5G должны обладать характеристиками, которые превосходят стандарты 4G. Переход к новым технологиям позволит обеспечивать скорость передачи информации не ниже 10 Гбит/с. При этом величина сетевой задержки на должна превысить 1 мс. Выдвигаемые в проекте стандарта IMT-2020 требования к перспективному протоколу 5G позволят обеспечить эффективное обслуживание до миллиона устройств на один квадратный километр [1–3].

В основе принципов построения беспроводных сетей 5G лежат две технологии. Первая представляет широкополосную передачу с использованием гребенчатой фильтрации FBMC (Filter Bank MultiCarrier) [4]. В основе второй лежит использование универсальной фильтрации UFMC (Universal Filtered MultiCarrier) [5]. Благодаря применению такого подхода обеспечивается повы-

шение показателей качества обслуживания, которые были обеспечены в системах беспроводной связи LTE/LTE-Advanced и стандарте IEEE 802.11a/g/n/ac. В частности, использование фильтров позволяет отказаться от циклического префикса, улучшив спектральную эффективность сигнала OFDM. Однако при этом возрастают вычислительные затраты на выполнение процедур цифровой фильтрации, что приводит к увеличению сетевой задержки. Поэтому разработка быстрого алгоритма выполнения теоретико-числовых преобразований сигналов для систем OFDM, поддерживающих стандарт 5G, является актуальной задачей.

При разработке проекта развертывания сетей 5G планируется, что достижение поставленной цели на повышение скорости передачи информации возможно за счет повышения архитектуры сетей 4G. Для этого необходимо обеспечить применение перспективных технологий цифровой фильтрации FBMC и UFMC [4, 5]. Однако дополнительная цифровая обработка сигнала, направленная на более качественное подавление боковых лепестков поднесущих, требует достаточно большого объема вычислений, что снижает скорость передачи информации. Проведенные исследования показали, что применение метода UFMC позволяет обеспечить более качественную фильтрацию поднесущей по сравнению с гребенчатой фильтрацией FBMC. Однако использование данного метода требует больших вычислительных затрат, что негативно влияет на скорость передачи информации и на сетевые задержки. Поэтому целью статьи является снижение величины сетевых задержек при применении технологии фильтрации UFMC-сигналов за счет использования быстрого алгоритма выполнения теоретико-числового преобразования (ТЧП).

Материалы и методы исследования

Стремление повысить эффективность мобильных сетей 5G привело к активизации работ по модификации технологии OFDM. Для повышения спектральной эффективности сигнала с частотным ортогональным мультиплексированием предлагается использование дополнительной цифровой обработки сигналов. В настоящее время существуют два основных подхода по реализации в технологии OFDM методов цифровой фильтрации. В работах [2–5] показано, что основу первого подхода составляют методы широкополосной передачи на основе FBMC-фильтрации. В основе второго подхода предлагается использовать универсальную UFMC-фильтрацию (Filter Bank MultiCarrier) обеспечения сигнала.

Первая представляет методы широкополосной передачи с использованием гребенчатой фильтрации FBMC (Filter Bank MultiCarrier). В основе второй лежит использование универсальной фильтрации UFMC (Universal Filtered MultiCarrier). Благодаря применению такого подхода обеспечивается повышение показателей качества обслуживания, которые были обеспечены в системах беспроводной связи LTE/LTE-Advanced и стандарте IEEE 802.11a/g/n/ac. В частности, использование фильтров позволяет отказаться от циклического префикса, улучшив спектральную эффективность сигнала OFDM [1, 2].

На рис. 1 приведена функциональная схема передающего устройства, использующего технологию UFMC-фильтрации без учета блоков, осуществляющих цифро-аналоговое преобразование и переноса частоты для передачи по каналу связи.

При реализации технологии UFMC необходимо последовательный поток, состоящий из N двоичных символов, разбить на B параллельных блоков. Каждый такой блок поступает на входы QAM-модуляторов. Затем последовательный поток символов $x_{i,k}$, где $i \in 1,\ldots,B$, $k \in 1,\ldots,N/B$, с выходов QAM-модуляторов подаются на входы преобразователей последовательных потоков отсчетов в параллельные (S/P), а затем на входы блоков 2N-pt IFFT, реализующих 2N – точечное обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ). Размер ОБПФ определяется необходимостью получения вещественных временных составляющих. Для этого в каждый блок добавляются комплексно-сопряженные QAM-символы. Такой подход позволяет получить частотный диапазон, включающий в себя B последовательно расположенных поддиапазонов, в которых содержится N/B информационных поднесущих, что показано на рис. 1.

Полученные вещественные временные составляющие $X_{i,k}$, где $i \in 1,\ldots,B$, $k \in 1,\ldots,2N$, с выходов блоков 2N-pt IFFT, реализующих 2N–точечного ОБПФ, с помощью преобразователей P/S преобразуются в последовательный поток. Затем временные составляющие сигнала поступают на входы КИХ-фильтров, которые на рис. 1 обозначены как Band Filter Fi, length L. Данные цифровые фильтры имеют конечную импульсную характеристику, которая определяется информационными поднесущими соответствующих поддиапазонов.

Известно, что длина КИХ-фильтра L оказывает первостепенное влияние на спектральную характеристики систем связи, использующих UFMC-фильтрацию. Для уменьшения величины спектральных составляющих, находящихся за пределами полосы пропускания, необходимо увеличивать порядок фильтра. Следует отметить, что это также способствует повышению устойчивости КИХ-фильтра к искажениям в многолучевом канале и ошибкам синхронизации [6]. Поэтому в системах 5G, использующих UFMC-фильтрацию, предлагают выбирать порядок фильтра равный 7% от величины блока ОБПФ.

Однако, улучшая спектральные составляющие сигнала 5G, дополнительная UFMC-фильтрация оказывает негативное влияние на временные показатели обработки сигналов.

Дополнительная фильтрация приводит к увеличению вычислений, требуемых для формирования символов. Так, для получения вещественных временных отсчетов сигнала OFDM требуется выполнить $2N\log_2(2N)$ операций комплексного умножения, а также $2N\log_2(2N)$ операций комплексного сложения. Тогда временные затраты для формирования символа UFMC будут в B раз больше чем затраты при реализации ОБПФ. Это связано с тем, что $2N$ временных отсчета, снятых после выполнения ОБПФ, под-

вергаются цифровой фильтрации, в основе которой лежит линейная свертка

$$Y_{i,n} = \sum_{j=1}^{2N+L-1} h_{i,j} X_{i,n-j},\ n \in 1,\ldots,2N+L-1, \quad (1)$$

где $Y_{i,n}$ – отклик цифрового фильтра; $X_{i,k}$ – входная последовательность вещественных отсчетов; $h_{i,l}$ – весовые коэффициенты фильтра; $n \in 1,\ldots,2N+L-1$; $i \in 1,\ldots,B$; $k \in 1,\ldots,2N$; L – порядок КИХ-фильтра.

В результате использования такого фильтра для выполнения цифровой фильтрации, потребуется $B(2N+L-1)L$ операций умножений [6]. Очевидно, что увеличение порядка фильтра L будет приводить к значительным временным задержкам, которые связаны с необходимостью получения отклика.

Для уменьшения величины сетевой задержки при использовании UFMC-фильтрации предлагается использовать циклическую свертку входной последовательности $X_{i,k}$ и коэффициентов КИХ-фильтра $h_{i,l}$. Сначала вещественные значения отсчетов $X_{i,k}$, где $i \in 1,\ldots,B$, $k \in 1,\ldots,2N$, преобразуем в целочисленный формат вида $X^*_{i,k}$. Аналогичным образом поступим с коэффициентами КИХ-фильтра $h_{i,l}$. В результате получаем $h^*_{i,k}$, где $i \in 1,\ldots,B$, $l \in 1,\ldots,L$. Так как значение N выбирается из условия, что это степень двойки, то добавим к входной последовательности $2N$ нулей. А к коэффициентам КИХ-фильтра – $4N - L$ нулей. Это позволяет получить две последовательности, которые имеют длину, равную $4N$, к которой можно применить циклическую свертку.

Для повышения скорости выполнения цифровой фильтрации на основе теоретико-числового преобразования можно воспользоваться свойством циклической свертки. Для этого необходимо найти теоретико-числовые образы обрабатываемых последовательностей $X^*_{i,k}$ и $h^*_{i,k}$.

$$H_{i,n} = \sum_{k=0}^{4N-1} h^*_{i,k} \varepsilon^{kn} \bmod q, \quad (2)$$

$$S_{i,n} = \sum_{k=0}^{4N-1} X^*_{i,k} \varepsilon^{kn} \bmod q, \quad (3)$$

где $X^*_{i,k}$ и $h^*_{i,k}$ – обрабатываемые последовательности, $S_{i,n}$ и $H_{i,k}$ – результаты преобразования, ε – ядро теоретико-числового преобразования; q – простое число; $n = 0,\ldots,4N-1$.

Затем найти произведение результатов преобразования

$$G_{i,n} = S_{i,n} H_{i,n} \bmod q. \quad (4)$$

После этого к полученному результату применяют обратное теоретико-числовое преобразование. Тогда имеем

$$g_{i,k} = \frac{1}{4N} \sum_{n=0}^{4N-1} G_{i,n} \varepsilon^{-kn} \bmod q, \quad (5)$$

где N и q – взаимно простые натуральные числа, ε удовлетворяет условиям $(\varepsilon^N) \bmod q = 1$.

Очевидно, что выигрыш в производительности выполнения выражения (2)–(5) возможен, если использовать быстрый алгоритм вычисления ТЧП. В работах [7, 8] представлен алгоритм быстрого выполнения ТЧП, который по своей структуре аналогичен быстрому преобразованию Фурье (БПФ). При длине входной последовательности равной M теоретико-числового преобразования сигнала может быть реализовано за $M \cdot \log_2(M)$ операций умножений.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим реализацию разработка быстрого алгоритма выполнения теоретико-числовых преобразований сигналов для систем 5G, использующих технологию OFDM. Для проведения сравнительного анализа была разработана имитационная модель в среде Matlab2017. В качестве КИХ UFMC-фильтра выбран КИХ-фильтр Дольфа – Чебышева. Размер окна, определяемый импульсной характеристикой цифрового фильтра, составляет 74 отсчета. Ослабление UFMC-фильтра за пределами полосы пропускания составляет 60 дБ. Выбранный размер теоретико-числового преобразования – 2048 отсчетов. Модуль, используемый при реализации ТЧП, равен q = 974849.

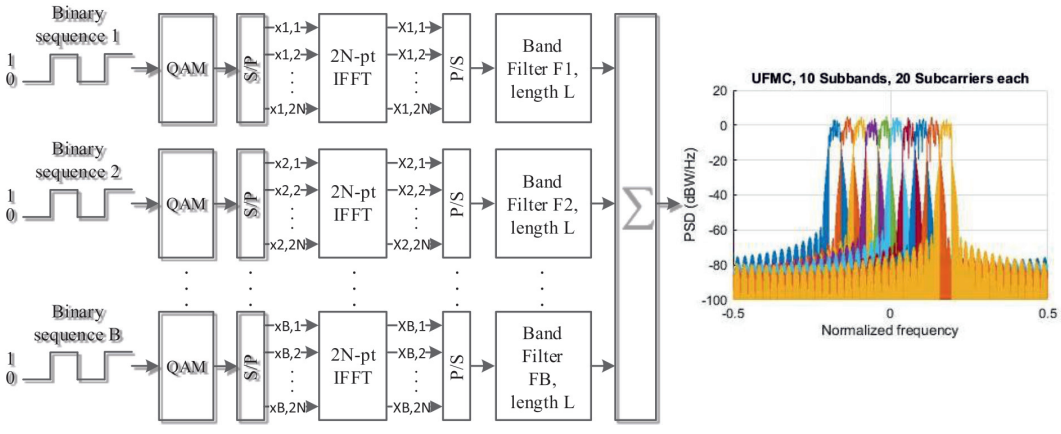


Рис. 1. Функциональная схема передающего устройства, реализующего UFMC-фильтрацию

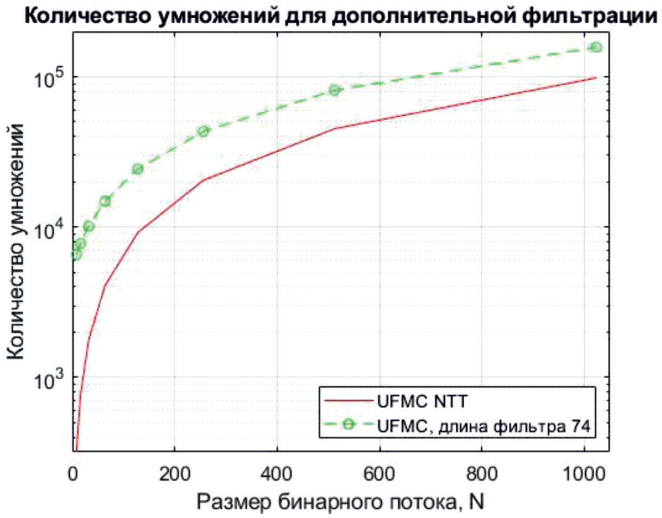


Рис. 2. Количество умножений при выполнении фильтрации в технологиях UFMC и UFMC NTT

Очевидно, что при выполнении быстрого алгоритма ТЧП рассмотренной выше свертки понадобится выполнить $8BN\log_2(4N)$ операций умножения по модулю q. При этом ТЧП-образы коэффициентов КИХ-фильтр Дольфа – Чебышева могут быть получены заранее. Поэтому для реализации предложенного быстрого алгоритма выполнения ТЧП необходимо выполнить выражения (3)–(5).

Сравнительный анализ разработанного быстрого алгоритма выполнения ТЧП будем осуществлять с классическим подходом, вычисления отклика цифрового UFMC-фильтра. На рис. 2 показана зависимость количества умножений при выполнении фильтрации в технологиях UFMC и UFMC NTT от размера N бинарного потока передаваемых данных в одном подканале сигнала OFDM. Так как операция умножения требует наибольших временных затрат на свое выполнение по сравнению с другими арифметическими операциями, то сокращение количества данной операции буде положительно сказываться на времени вычисления ТЧП.

Анализ рис. 2 показывает, что использование разработанного быстрого алгоритма выполнения ТЧП позволяет уменьшить количество операций умножения по сравнению с классическими методами выполнения цифровой фильтрации. Так при длине входной последовательности N = 512 отсчетов количество целочисленных умножений при выполнении UFMC-фильтрации с использованием разработанного алгоритма составит 36864 операций. При этом для выполнения UFMC-фильтрации потребуется 81178 операций умножения. Значит, использование разработанного быстрого алгоритма ТЧП позволяет сократить количество операций умножения в 2,2 раза по сравнению с классической реализацией UFMC-фильтрации. Таким образом, очевидно, что реализация быстрого алгоритма ТЧП позволит сократить сетевую задержку при применении технологии фильтрации UFMC-сигналов.

Заключение

В работе показано применение разработанного быстрого алгоритма выполнения теоретико-числового преобразования сигналов в беспроводных системах 5G. Использование разработанного алгоритма позволило уменьшить количество операций умножения при выполнении UFMC-фильтрации. Так при обработке дискретной входной последовательности из N = 512 отсчетов количество целочисленных умножений при выполнении UFMC-фильтрации с использованием разработанного алгоритма составит 36864 операции. При этом для выполнения UFMC-фильтрации потребуется 81178 операций умножения, что в 2,2 раза больше по сравнению с разработанным алгоритмом. А так как операция умножения является наиболее затратной по времени, то очевидно, что использование разработанного быстрого алгоритма ТЧП позволяет сократить сетевую задержку при применении технологии фильтрации UFMC-сигналов.

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

Список литературы

1. HuF. Opportunities in 5G Networks: A Research and Development Perspective. – CRC Press, 2016. 556 p.

2. Osseiran A., Monserrat J.F. 5G Mobile and Wireless Communications Technology. – Cambridge University Press, 2016. 410 p.

3. Osseiran A., Boccardi B. Scenarios for 5G mobile and wireless communications: the vision of the METIS project. IEEE Communications Magazine. 2014, May. vol. 52. no. 5. P. 26–35.

4. Сагиева И.С., Абенов Р.Р. Метод передачи данных на множестве поднесущих с использованием банка фильтров (FBMC) // Электронные средства и системы управления. 2016. № 1–1. С. 219–222.

5. Гришин И.В., Феденева Н.С. Перспективы использования технологии UFMC в сетях 5G/IMT-2020 // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 5. № 4. С. 16–24.

6. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. М.: Техносфера, 2013. 528 с.

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

8. Yurdanov D., Kalmykov M., Gostev D., Kalmykov I. The implementation of information and communication technologies with the use of modular codes. CEUR Workshop Proceedings 1837, 2017. P. 206–212.

УДК 621.43.016.4

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ПЛАСТИНЧАТОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ ЗА СЧЕТ ПУЛЬСАЦИИ ПОТОКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Кудашев С.Ф., Кудашева О.В., Душутина О.В., Равилов Р.Р.

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: kudaschev@mail.ru

Статья посвящена теме влияния пульсирующей подачи теплоносителя на теплоотдачу. Проведенный анализ иностранных литературных источников не дает однозначного ответа на данный вопрос. Полученные различными авторами результаты экспериментов и математического моделирования можно разделить на три категории: усиление теплоотдачи; ослабление теплоотдачи; не влияет на теплоотдачу. Представленные данные результатов экспериментов, проведенных авторами данной статьи, указывают на то, что в диапазоне частот 0,45 и 2,23 Гц пульсирующая подача теплоносителя позволяет интенсифицировать теплоотдачу в пластинчатом теплообменнике при числах Рейнольдса пульсирующего потока (вычисленного по среднему расходу) от 1800 до 9000. В качестве устройства для создания пульсаций используется ударный клапан, мгновенно перекрывающий поток теплоносителя. Получено относительное увеличение коэффициента теплопередачи в импульсном режиме (в сравнении со стационарным) при равных расходах до 13 %. На всех расходах наблюдаются максимумы экспериментальных графиков в области частоты 1,78 Гц. Начиная с данной частоты, коэффициент теплопередачи снижается при постоянном расходе нагреваемой и греющей сред. Число Рейнольдса в экспериментах изменялось от 1800 до 9000, число Прандтля – от 5,2 до 5,6.

Ключевые слова: теплоотдача, коэффициент теплопередачи, расход, теплоноситель, пульсации, число Рейнольдса, тепловая мощность, генератор пульсаций

PULSATING HEAT TRANSFER INTENSIFICATION IN A PLATE HEAT EXCHANGER

Kudashev S.F., Kudasheva O.V., Dushutina O.V., Ravilov R.R.

Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: kudaschev@mail.ru

The article is devoted to the effect of pulsating coolant supply on heat transfer. The analysis of foreign literary sources does not give an unambiguous answer to this question. The results of experiments and mathematical modeling obtained by various authors can be divided into three categories, i.e. heat transfer enhancement; weakening of heat transfer; does not affect heat transfer. The presented data of the results of experiments conducted by the authors of this article indicate that, in the frequency range 0.45 and 2.23 Hz, the pulsating flow of the heat carrier allows one to intensify the heat transfer in the plate heat exchanger at the Reynolds numbers of the pulsating flow (calculated from the average flow rate) from 1800 to 9000 A shock valve is used as a device for creating pulsations, instantly blocking the flow of coolant. A relative increase in the heat transfer coefficient in the pulsed mode (in comparison with the stationary one) with equal costs up to 13 % is obtained. At all costs, the maximums of the experimental graphs are observed in the frequency domain 1.78 Hz. Starting from this frequency, the heat transfer coefficient decreases with a constant flow of heated and heating media. The Reynolds number in the experiments varied from 1800 to 9000, the Prandtl number from 5.2 to 5.6.

Keywords: heat transfer, heat transfer coefficient, flow rate, fluid, pulsations, Reynolds number, thermal power, pulsation generator

Передача тепла от пульсирующего потока имеет место во многих областях жизнедеятельности: двигатели Стирлинга; тепловые трубы, а также во многих системах с биологическими жидкостями. Согласно современным исследованиям, при переходе к пульсирующему режиму течения теплоносителя в части теплооотдачи возможно получение трех типов эффектов:

1) усиление теплоотдачи;

2) отсутствие заметного влияния на теплоотдачу;

3) снижение теплоотдачи.

Цель исследования: определение влияния пульсаций потока теплоносителя на теплопередачу в теплообменном оборудовании.

Материалы и методы исследования

Интенсификация теплопередачи при переходе к пульсирующему режиму наблюдается в условиях ламинарного или переходного режима течения жидкости. При этом некоторые авторы не наблюдали увеличения мощности теплообменника в случае пульсаций расхода [1] и в расчетах используют формулы для расчета коэффициента теплоотдачи при стационарном режиме [2], а в некоторых публикациях указывается, наоборот, снижение теплообмена в процессе проведения экспериментов.

Факторами, влияющими на теплоотдачу от пульсирующей жидкости, являются число Рейнольдса, частота пульсации, амплитуда пульсации, скорость пульсации, геометрия канала, место расположения генератора пульсаций, форма волны пульсации, текучая среда, собственные физические параметры системы и т.д. Методы исследования теплоотдачи от пульсирующих сред в основном включают экспериментальные методы и методы численного моделирования. Для исследования влияния числа Рейнольдса на теплоотдачу от пульсирующей жидкости [3] использовал метод решеточных уравнений Больцмана. Исследования проводились при числах Рейнольдса 50, 100, 150 и числе Прандтля 3,103. Основным фактором, влияющим на

теплообмен в пульсирующем потоке, является скорость пульсации. При этом в полученных исследованиях установлено, что имеется оптимальная частота пульсаций, где теплопередача является наибольшей. Установлено также, что снижение скорости течения и увеличение частоты пульсаций снижают теплоотдачу. Низкая частота, низкая амплитуда, большое число Рейнольдса применяются для усиления теплообмена, а пульсации потока используются в качестве технологии активного усиления теплообмена. Усиление теплоотдачи зависит главным образом от числа Рейнольдса, при этом скорость пульсации также играет очень важную роль в усилении теплоотдачи [4]. Так как многие исследования в данной области практические, то зачастую об изменении теплоотдачи судят по величине теплового потока через теплообменную поверхность (или по изменению коэффициента теплопередачи).

В различных формах каналов теплоносителя: в ребристом канале [5, 6], цилиндрическом канале [7], в волнообразном канале пульсации потока теплоносителя оказывают различную степень интенсификации теплопередачи. Пульсации теплоносителя в волнообразном канале вызывают значительное усиление теплоотдачи по сравнению с другими формами каналов. Это связано со многими эффектами образования и рассеивания вихрей в условиях пульсации. Также установлено, что расположение генератора пульсаций оказывает влияние на теплоотдачу. В [5] генератор пульсаций установлен до теплообменника во время экспериментов с числом Рейнольдса от 150 до 1000, частотой от 0 до 2 Гц и амплитудой пульсаций в диапазоне от 155 до 400 мм. В результате экспериментов установили, что в теплообменнике типа «труба в трубе» при вышесказанных параметрах пульсации потока увеличивают теплоотдачу на 300 %.

В [6] экспериментально исследовали влияние пульсации на коэффициент теплоотдачи от воды в длинной горизонтальной трубе пароводяного теплообменника. Пульсации воды создавались с помощью поршневого насоса, расположенного перед теплообменником, число Рейнольдса варьировалось от 30000 до 85000, а частота пульсаций была установлена на уровне 1,6 Гц. Отношение амплитуд варьировалось от 1 до 1,56. Они зафиксировали увеличение коэффициента теплопередачи от 60 % до 70 % при амплитуде 1,42.

В работе [7] также установлено, что место расположения генератора пульсаций имеет значение. В данной статье сообщается об увеличении коэффициента теплопередачи на 90 % при числе Рейнольдса 6000 и частоте пульсаций 160 циклов/мин, когда импульсы были введены перед нагревателями. Никакого улучшения коэффициента теплопередачи не наблюдалось в случае установки генератора импульсов после нагревателя.

А.Е. Зохир [8] провел экспериментальное исследование на концентрических двухтрубных теплообменниках, горячая вода (40–70 °C) пропускалась через внутреннюю трубу с фиксированным массовым расходом (число Рейнольдса ≈ 10 200), а холодная вода проходила через кольцевое пространство с числом Рейнольдса от 2000 до 10200 в пульсирующем режиме. Частота пульсаций изменялась в диапазоне от 0 до 40 Гц, в то время как амплитуда поддерживалась постоянной. Генератор пульсаций установлен был после теплообменника. Максимальное увеличение числа Нуссельта для прямотока составило 20 %, в то время как для противотока было около 90 %.

В [9] авторы проводили исследования по влиянию пульсаций расхода теплоносителя на теплопередачу при различных формах волн пульсаций: прямоугольные, синусоидальные и полусинусоидальные. Три различные формы волнового воздействия использовались в качестве граничные условий. Результат моделирования теплопередачи при пульсирующей подаче жидкости, при одном и том же среднем массовом расходе показал значительное улучшение общих тепловых характеристик. Кроме того, пульсирующее входное воздействие с синусоидальной формой волн привело к наивысшему коэффициенту теплопередачи среди трех рассматриваемых условий. Следовательно, при практическом применении синусоидальное входное воздействие более выгодно для усиления теплообмена.

В [10] представлены результаты исследования теплообмена в круглом изотермическом канале с наложенной пульсацией потока на входе. Число Рейнольдса фиксировано и равно 200, диапазон частот составляет 1–20 Гц. Обнаружен интересный факт, что, начиная с условий, когда длина впускного отверстия в два раза больше диаметра трубы, входная пульсация не оказывает положительного влияния на теплопередачу. В [11] представлены результаты влияния среднего числа Рейнольдса, амплитуды пульсации и безразмерной частоты на коэффициент трения и на увеличение коэффициента теплоотдачи. Делается вывод, что чем больше амплитуда пульсации и безразмерная частота пульсации, тем больше коэффициент трения в переходном диапазоне. Пульсации будут существенно влиять на критическое число Рейнольдса, поэтому в работе отмечается, что в области малых значений критического числа Рейнольдса и в области ламинарно-турбулентного переходного режима пульсации способствуют увеличению коэффициента трения. При этом не дается соотношение между величиной затрат энергии на перекачивание теплоносителя и увеличения тепловой мощности.

Исследования передачи тепла в случае пульсирующей подачи теплоносителя представлено во многих работах. При этом некоторые исследователи указывают отсутствие влияния пульсаций на теплопередачу а некоторые утверждают о негативном влиянии пульсаций на данный процесс. В частности, в работе [12] в результате численного моделирования установлено незначительное увеличение числа Нуссельта. Представлены результаты численного моделирования влияния пульсаций на теплообмен при различных пульсирующих параметрах (амплитуде, числах Струхаля и Рейнольдса). Графическое отображение результатов моделирования показывает увеличение частоты и амплитуды пульсаций, что приводит к незначительному увеличению числа Нуссельта. При этом в данной статье указано, что усиление теплопередачи из-за периодического пульсирующего потока сомнительно и в лучшем случае довольно ограничено.

Использование импульсного режима в системах теплоснабжения дает некоторые преимущества. Пульсации потока не только влияют на теплопередачу, но также данный режим позволяет полезно использовать энергию избыточного располагаемого напора. Если последнее утверждение неопровержимо, то, согласно проведенному анализу литературных источников, влияние пульсаций теплоносителя на теплообмен довольно противоречиво. Данный факт связан со множеством факторов: физических свойств теплоносителя, конфигурации каналов теплоносителя теплопередающей поверхности, параметров, характеризующих пульсирующий поток, места распо-

ложения источника пульсаций и способа их создания. Особый интерес представляет влияние пульсаций теплоносителя на теплопередачу в пластинчатых теплообменниках, из-за распространения их в системах теплоснабжения. И для исследования влияния импульсного режима течения теплоносителя на теплопередачу в водо-водяном пластинчатом теплообменнике была разработана экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 1.

Схема экспериментальной установки состоит из трех независимых контуров: котлового контура, контура пластинчатых теплообменников, контура охлаждения. Данное разделение выполнено с целью предотвращения резких скачков температуры в контуре нагрева, так как котлы имеют ступенчатое регулирование, а также чтобы иметь возможность точного регулирования расхода без резких колебаний температуры. Основными элементами схемы являются два пластинчатых теплообменника, электрический котел, циркуляционные насосы и генератор импульсов. Нагрев воды осуществляется при помощи электрического котла, а циркуляция нагретого теплоносителя осуществляется котловым циркуляционным насосом. Второй контур (закрытый) предназначен для подключения экспериментальных установок различной мощности. Поэтому в данном контуре установлен циркуляционный насос, подключенный через частотный преобразователь, что позволяет изменять расход теплоносителя в зависимости от подключенной установки. Третий контур – это открытый экспериментальный контур, в котором, изменяя режим течения, проводились исследования.

Эксперимент проводился следующим образом. Циркуляционным насосом 4 нагреваемая вода подавалась из емкости 3 в теплообменник 2 и через генератор импульсов сливалась в дренаж. Для предотвращения колебаний расхода в данном контуре в емкости 3 поддерживался постоянный уровень холодной воды путем долива воды из системы холодоснабжения. Изменение расхода воды в данном контуре выполнялось при помощи регулировочного вентиля, установленного на напоре циркуляционного насоса 4. В контуре с насосом 6 частотным преобразователем устанавливался постоянный расход нагреваемой жидкости (0,7 кг/с). Данная величина выбрана специально больше расхода нагреваемой жидкости для обеспечения большего коэффициента теплоотдачи со стороны греющей среды. Максимальный расход нагреваемой среды составлял 1 м^3/ч. Непосредственно измерялись температуры греющего и нагреваемого теплоносителя на входе и на выходе из теплообменника, давление нагреваемого теплоносителя на входе и на выходе из теплообменника, а также расходы греющего и нагреваемого теплоносителей. Показания расходомера при импульсном режиме не учитывались, и расход нагреваемого теплоносителя рассчитывался, исходя из уравнения теплового баланса.

Генератор импульсов представляет собой клапан запатентованной конструкции [13]. Конструктивной особенностью его является способность резко перекрывать поток, создавая колебания расхода и давления. Эксперименты проводились на разных частотах генерации импульсов и на разных расходах нагреваемого теплоносителя. В качестве экспериментального использовался пластинчатый теплообменник фирмы Ридан, типоразмер НН№ 04, состоящий из 13 пластин, т.е. данный теплообменник имеет по 6 каналов для прохода теплоносителя с каждой стороны. Более подробные технические характеристики пластин представлены в таблице [14].

Характеристика теплопередающей пластины

№ п/п	Параметр	Значение
1	Диаметр портов, d_p	0,032 м
2	Расстояние между портами по длине, L_{ch}	0,381 м
3	Расстояние между портами по ширине, L_w	0,07 м
4	Шаг гофр, p	0,011 м
5	Амплитуда гофр, b	0,0028 м
6	Толщина пластины, t	0,0005 м
7	Угол оребрения, β	60°
8	Площадь теплообмена	0,04 м^2
9	Материал пластин	AISI 316 (нержавеющая сталь)

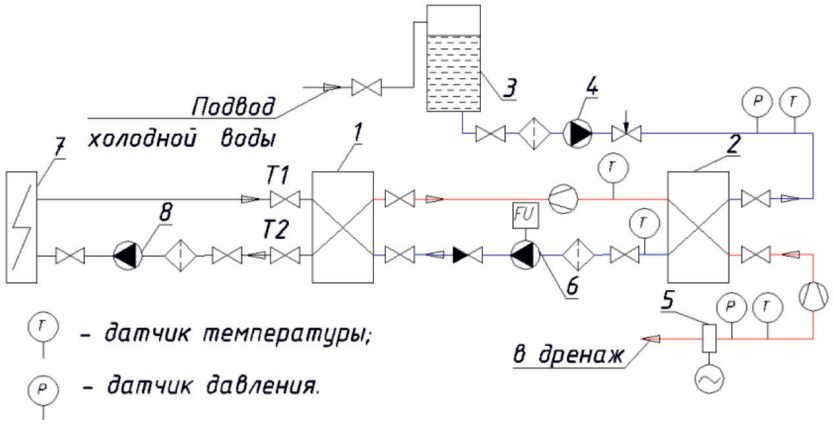


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1 – пластинчатый теплообменник А, 2 – пластинчатый теплообменник В, 3 – емкость для воды, 4 – насос холодной воды, 5 – генератор пульсаций, 6 – насос циркуляции горячей воды, 7 – электрический водонагреватель (котел), 8 – котловой насос

Число Рейнольдса определялось для выяснения режима течения теплоносителя в каналах теплообменника. Необходимый характерный размер (гидравлический диаметр) канала определяется следующим образом [14]:

$$D_e = \frac{4bL_W}{2\left(b + L_W\varphi\right)} \approx \frac{2b}{\varphi}, \qquad (1)$$

где φ – коэффициент, показывающий соотношение между длиной металлического листа, гнутого волнами к ширине волнообразной части пластины;
b – амплитуда гофр, м;
L_w – расстояние между портами пластины по ширине, м;

Скорость в каналах теплообменника оценивалась, исходя из толщины пластин, ширины пакета и количества каналов для каждого теплоносителя. Эксперименты проводились в стационарном и импульсном режимах течения теплоносителя. На основании полученных экспериментальных данных, согласно закону сохранения тепла, коэффициент теплопередачи пластинчатого теплообменника рассчитывается как

$$k_1 = \frac{Q}{A \cdot \Delta t_m}, \qquad (2)$$

где A – площадь теплопередающей поверхности, м^2.
Δt_m – средняя логарифмическая разность температур, °С.

Изменение коэффициента теплопередачи в пластинчатом теплообменнике может происходить только за счет изменения теплоотдачи (теплового потока) со стороны одного из теплоносителей. В результате, сравнивая коэффициенты теплопередачи в стационарном и импульсном режимах при различных частотах, определяли величину изменения коэффициента теплоотдачи.

Результаты исследования и их обсуждение

Изменение коэффициента теплопередачи трех разных массовых потоков на разных частотах пульсации показано на рис. 3.

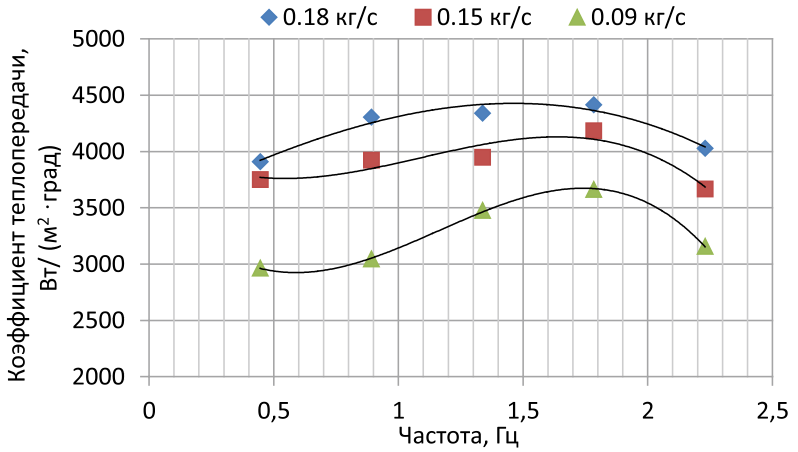
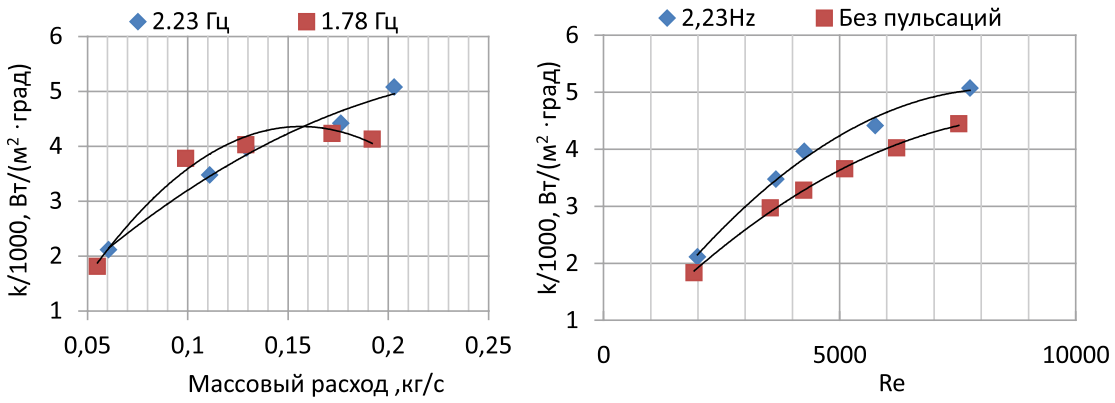


Рис. 2. Зависимости коэффициента теплопередачи от расхода



а) *б)*

Рис. 3. Зависимости коэффициента теплопередачи: а) от массового расхода; б) от числа Рейнольдса

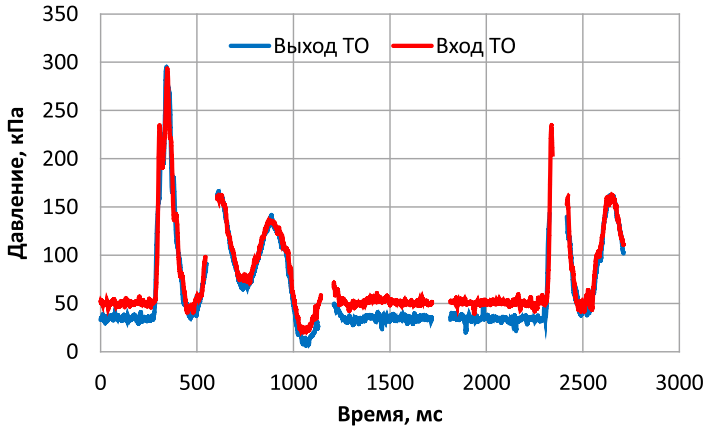


Рис. 4. Изменение давления при импульсном режиме, задаваемая частота 0,45 Гц

Замеры производились на пяти разных частотах и трех значениях расходов холодной воды. Как и следовало ожидать, из графиков видно, что на всех частотах с увеличением расхода теплоносителя коэффициент теплопередачи растет. При этом на всех расходах наблюдаются максимумы экспериментальных графиков в области частоты 1,78 Гц. На рис. 3 представлена зависимость коэффициента теплопередачи в пластинчатом теплообменнике от массового расхода теплоносителя при двух частотах 1,78 Гц и 2,23 Гц.

Из данного рисунка видно, что при частоте пульсации 1,78 Гц коэффициент теплопередачи монотонно возрастает с увеличением массового расхода. Для частоты 2,23 Гц график имеет изгиб при расходе 0,155 кг/с.

Наложение искусственных колебаний, создаваемых генератором пульсаций, и собственных колебаний гидравлической системы по-разному влияет на изменение расхода теплоносителя внутри теплообменника. На графике колебаний давления при частоте генератора пульсаций 0,45 Гц можно легко выделить свободные колебания системы, которые составили 5,2 Гц (рис. 4).

Вероятно, одним из факторов, влияющих на теплоотдачу, является величина фактической скорости теплоносителя, которая при импульсном режиме тем больше, чем меньше длительность открытого положения клапана генератора импульсов. График колебания давления в каналах теплообменника показывает, что в случае частоты 0,89 Гц скорость нарастания давления идет постепенно, занимает более длительный интервал времени по сравнению с частотой в 1,78 Гц. То есть сложение собственных колебаний системы и вынужденных, создаваемых генератором пульсаций, могут по-разному влиять на разность давлений до теплообменника и после на момент открытия ударного клапана. Так как собственная частота системы малоизменна, то в зависимости от частоты генератора пульсаций разность давлений на теплообменнике на момент открытия ударного клапана может как усиливаться, так и ослабляться. За счет чего сокращается либо увеличивается продолжительность времени, за которое достигается максимальный расход в период открытия клапана.

Заключение

Сравнивая две модели потока, стационарную и пульсирующую, установлено, что пульсации потока теплоносителя усиливают теплоотдачу в пластинчатом теплообменнике. То есть итоговое влияние на теплопередачу в импульсном режиме оказывают несколько факторов, не только параметры колебаний, задаваемые генератором пульсаций, но также и место его расположения, свойства теплоносителя, режим течения. Важным фактором также является итоговая частота системы, которая может по-разному влиять на пропускную способность системы. Установлено, что имеется некоторая оптимальная частота пульсаций для данной системы (критерий оптимизации – теплоотдача), она равна 1,78 Гц. Начиная с данной частоты, коэффициент теплопередачи снижается при постоянном расходе нагреваемой и греющей сред. Число Рейнольдса в экспериментах изменялось от 1800 до 9000, число Прандтля – от 5,2 до 5,6.

Список литературы

1. Jiyang Li, Chaobin Dang, Eiji Hihara, Heat transfer enhancement in a parallel, finless heat exchanger using a longitudinal vortex generator, Part A: Numerical investigation. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2018. T. 128. P. 87–97.

2. Карелин Д.Л., Болдырев А.В., Гуреев В.М., Болдырев С.В. Моделирование динамических процессов в парокомпрессионной системе охлаждения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. 2018. Т. 11. № 4. С. 61–69.

3. Jafari M., Farhadi M., Sedighi K. Pulsating flow effects on convection heat transfer in a corrugated channel: A LBM approach. International Communications in Heat and Mass Transfer. 2013. V. 45. P. 146–154. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2013.04.006.

4. Shuai X., Cheng S., Antonini G. Amelioration du transfert convectif de chaleur par l'écoulement pulse dans un fluide visqueux. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 1994. V. 72(3). P. 468–475. DOI: 10.1002/cjce.5450720312.

5. West F.B., Taylor A.T. The effect of pulsations on heat transfer-turbulent flow of water inside tubes. Chemical Engineering Progress. 1952. V. 48(1). P. 39–43.

6. Darling G.B. Heat transfer to liquids in intermittent flow. Petroleum. 1959. V. 22. 177 p.

7. Zohir A.E. The influence of pulsation on heat transfer in a heat exchanger for parallel and counter water flows. New York Science Journal. 2011. V. 4(6). P. 61–71. [Electronic resource]. URL: http://www.sciencepub.net/newyork (date of access: 03.09.2019).

8. Li G., Zheng Y., Hu G., Zhang Z., Xu Y. Experimental study of the heat transfer enhancement from a circular cylinder in laminar pulsating cross-flows. Heat Transfer Engineering. 2016. V. 37(6). P. 535–544. DOI: 10.1080/01457632.2015.1060758.

9. Chattopadhyay H., Durst F., Ray S. Analy*-sis of heat transfer in simultaneously developing pulsating laminar flow in a pipe with constant wall temperature. International communications in heat and mass transfer. 2006. V. 33(4). P. 475–481. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2005.12.008.

10. Zhang H. et al. Numerical study on the pulsating effect on heat transfer performance of pseudo-plastic fluid flow in a manifold microchannel heat sink. Applied Thermal Engineering. 2018. V. 129. P. 1092–1105. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2017.10.124.

11. Mehta B., Khandekar S. Local experimental heat transfer of single-phase pulsating laminar flow in a square mini-channel // International Journal of Thermal Sciences. 2015. V. 91. P. 157–166. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2015.01.008.

12. Пат. РФ № 183591, МПК F24D3/02, F15B21/12. Ударный узел / Макеев А.Н., Левцев А.П., Голянин А.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственны – Т МИ й университет им. Н.П. Огарёва». № 2018112914; заявл. 10.04.2018; опубл. 26.09.2018, Бюл. № 27.

13. Imran M., Pambudi N.A., Farooq M. Thermal and hydraulic optimization of plate heat exchanger using multi objective genetic algorithm // Case studies in thermal engineering. 2017. V. 10. P. 570–578. DOI: 10.1016/j.csite.2017.10.003.

УДК 004.89:004.932.2

МЕТОД СИНТЕЗА УЛУЧШЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО СЕРИИ СНИМКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

[1]Куракин А.В., [2]Абрамов Н.С., [2]Карпеш С.В., [2,3]Хачумов В.М.

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

В работе рассматривается задача синтеза изображений по серии снимков дистанционного зондирования Земли с применением искусственной нейронной сети. Актуальность работы обусловлена необходимостью получения более четких снимков, доставляемых средствами технического зрения, в целях обеспечения качественного анализа. В работе проведен анализ источников и предложен новый унифицированный метод решения задачи улучшения качества снимков. Предлагаемое программное обеспечение осуществляет синтез итоговых изображений, используя для этого исходные данные с разными дефектами качества и одинаковыми пространственными координатами. Программа производит оценку качества разметки серии изображений без эталонных образцов и создает «тепловые карты». Далее выбираются участки с максимальным либо равным качеством – из снимков серии изображений. На основе разметки создается маска, которая может быть представлена в двух видах: либо альфа-каналом, при этом помечаются худшие фрагменты на исходных изображениях как прозрачные участки, либо разметкой черным цветом в бинарной маске. Таким образом синтезируется новое изображение с улучшенным качеством. Полученные маски в дальнейшем можно применять в других специализированных программах для качественного синтеза изображений по технологии бесшовного сшивания.

Ключевые слова: синтез изображений, улучшение изображения, программное обеспечение, искусственная нейронная сеть, снимки ДЗЗ

SYNTHESIS METHOD OF IMPROVED IMAGE BY SERIES OF REMOTE SENSING IMAGES

[1]Kurakin A.V., [2]Abramov N.S., [2]Karpesh S.V., [2,3]Khachumov V.M.

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

The paper considers the task of synthesizing images from a series of images of remote sensing of the Earth using an artificial neural network. The relevance of the work is due to the need to obtain clearer images delivered by means of technical vision in order to ensure a qualitative analysis. The paper analyzes the sources and proposes a new unified method for solving problem of improving the quality of images. The proposed software synthesizes the final images using source data with different quality defects and the same spatial coordinates. The program evaluates the quality of the markup of a series of images without reference samples and creates «heat maps». Next, sections with maximum or equal quality are selected – from images of a series of images. Based on the markup, a mask is created that can be presented in two ways: either by the alpha channel, and the worst fragments in the source images are marked as transparent areas, or by black marking in the binary mask. Thus, a new image with improved quality is synthesized. The resulting masks can then be used in other specialized programs for high-quality image synthesis using seamless stitching technology.

Keywords: image synthesis, image enhancement, software, artificial neural network, remote sensing images

Типовыми задачами синтеза изображений являются улучшение качества последовательности исходных изображений и конструирование нового изображения из выделенных элементов [1]. Известны постановки задач, в которых требуется создание правдоподобных, но в реальности несуществующих изображений из псевдослучайного шума [2]. Следует выделить синтез изображений, выполняемый путем применения методов масштабирования, относящихся к группе суперразрешений (Super resolution), как по серии изображений [3], так и с применением искусственных нейронных сетей (ИНС) [4] при наличии единственного изображения. Тем не менее задача улучшения качества изображений продолжает оставаться актуальной.

Целью настоящего исследования является разработка метода синтеза изображений из набора снимков дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) путем нейросетевой оценки и отбора фрагментов изображений с максимальным качеством.

Материалы и методы исследования

Повышение качества изображений ДЗЗ является актуальной задачей, решение которой в настоящей работе достигается путем поиска и интеграции лучших фрагментов модельных изображений [5], полученных разными методами интерполяции. При синтезе изображений из фрагментов могут возник-

нуть проблемы из-за несовпадения масштабов, яркости, наклонов и сдвига изображений. Такая ситуация возникает, например, при построении панорам из группы снимков или построении HDR-фотографий (High Dynamic Range). Существуют программы для решения этой задачи, в том числе свободно распространяемые. Так, программа «Enblend-enfuse» предназначена для «сшивания» отдельных перекрывающихся изображений формата PNG и TIFF по маске с применением многомерного сплайна Берта – Адельсона, а программа «Enblend» делает переход между склеиваемыми изображениями незаметным, выбирая изменяемую по ширине границу перехода и смешивая изображения с учетом контраста [6]. Ряд программ и библиотек с открытым кодом для оценки качества изображений, находящихся в свободном доступе, представлен в таблице.

Для поиска лучших перекрывающихся областей в группе снимков предлагается использовать «тепловые карты» оценок качества изображений, вычисляя маски для последующего синтеза. Выбрана следующая структура двухслойной ИНС: первый слой – 130 нейронов, второй слой – четыре нейрона для оценки качества (плохое, среднее, хорошее, отличное).

Качество синтеза можно улучшать путем увеличения количества классов и размера обучающей выборки разработанной ИНС, построенной на основе работ [7, 8] и системы «NetBeans», снабженной текстовым и графическим пользовательскими интерфейсами. Для планирования и иллюстрации расположения и взаимодействий классов в программе применялся унифицированный язык разметки «UML 2.0» [9]. UML-диаграмма разработанных компонентов представлена на рис. 1.

За разметку снимков стандартными методами оценки качества (методом среднего квадратичного отклонения, СКО) отвечает компонент «PrepareLearnData». Набор изображений в формате PNG и файл pairs.json служат для передачи данных между компонентами программного комплекса. Компонент «ZoomQualityA» необходим для работы ИНС и оценки качества изображений. Компоненты «gui. MainWindow» и «QualityImageMapDrawing» используются для отладки и работы с обучающей выборкой.

Библиотеки и программы для оценки качества изображений

Название, web-сайт	Методы	Примечание
«Image Quality Assessment (IQA)», www.sourceforge.net/p/iqa/wiki/Home	MS-SSIM, SIMM, MSE, PSNR	анализ изображений и видео
«Image Quality Assessment (IQA)», www.github.com/dresa/photo-quality	stddev, linear regression, RandomForest	исследование качества изображения, нет API
«deepIQA», www.github.com/dmaniry/deepIQA	Deep CNN (15-слойные сверточные сети)	исследование сверточных сетей, часть кода не опубликована
«A no reference image quality assessment CNN», www.github.com/Adnan1011/NR-IQA-CNN	Deep CNN	исследование сверточных сетей
«No-Reference Quality Assessment of Contrast-Distorted Images using Contrast Enhancement», www.github.com/mtobeiyf/CEIQ	контраст (Contrast-Distorted), SSIM	использует корреляцию контраста с SSIM

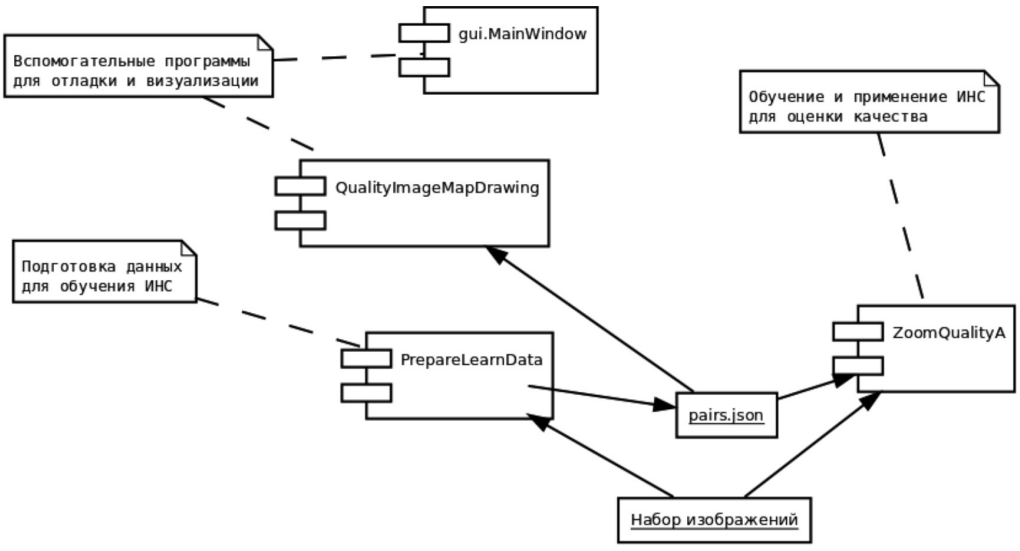


Рис. 1. Диаграмма компонентов ПО

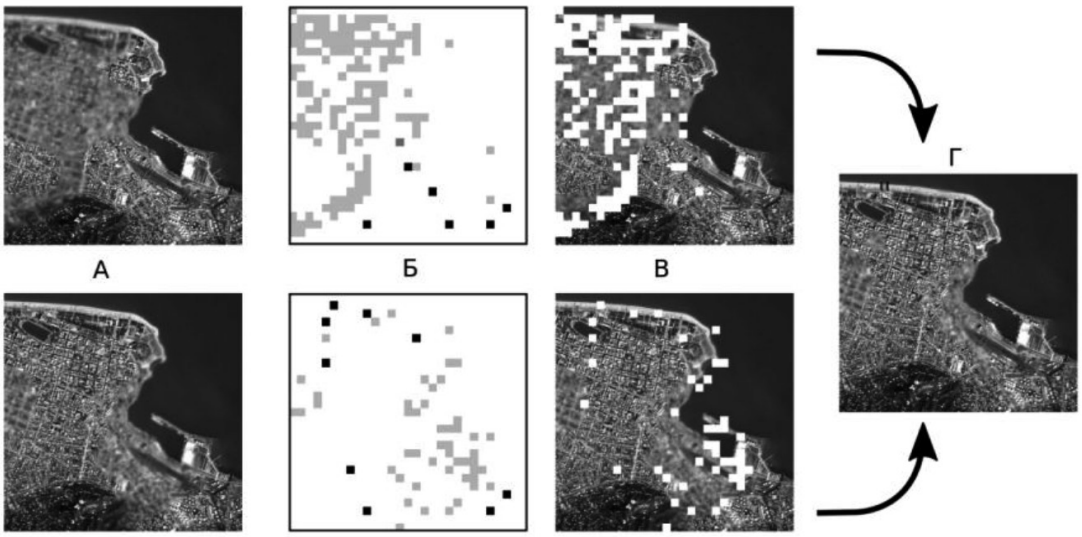


Рис. 2. Синтез изображений с разметкой, произведенной ИНС

Возможности синтеза демонстрируются на примере создания двух вариантов одного изображения с внесенными искажениями и последующей их интеграции. Процесс разметки качества нейронной сетью и результат синтеза представлены на рис. 2.

На рис. 2 показаны

1. А – два исходных изображения с разными искаженными областями.

2. Б – оценки качества исходных изображений в виде тепловой карты.

3. В – преобразованные изображения с удаленными худшими фрагментами.

4. Г – синтезированное изображение из элементов В, содержащее лучшие элементы из исходных.

Результаты исследования и их обсуждение

Обучающая выборка для ИНС состояла из пяти изображений размером 2419*1613 пикселей, полученных с сайта ГК РОСКОСМОС [10]. Результаты объективной оценки качества изображения были сохранены в текстовом файле формата Json.

На следующем этапе на основе json-файла и изображения строились входные и выходные вектора, пригодные для обучения сети. Было получено 226500 обучающих векторов, которые занимали 477 Мб памяти (в формате 64-битных чисел с плавающей точкой).

Проведено несколько экспериментов обучения ИНС с разной нормой обучения (0,1; 0,2 и 0,7) и разным количеством слоев (3, 4, 5). Обучающая выборка состояла из фрагментов изображений (окно 16*16) в оттенках серого. После настройки весов нейронных сетей были построены гистограммы весовых коэффициентов. Сеть обучалась на протяжении 15 эпох, на каждой эпохе уменьшалась ошибка. Лучшим оказался трехслойный персептрон, полученный на 15 эпохе, со средним квадратическим отклонением, равным 0,168. Программе потребовалось 3 ГБ оперативной памяти, а для сохранения настроек сети в файл – 1,2 МБ. Обучение велось в течение 7 ч на компьютере с процессором AMD FX(tm)-4170, 4 ГГц.

С помощью разработанной программы получено множество обучающих выборок и эталонных оценок качества методом СКО. Программа «Neuroph Studio» была использована для ручной проверки статистических данных и характеристик нейронных сетей.

На рис. 3 показано распределение весов для обученной на 15 эпохах трехслойной сети.

Для проверки работы нейронной сети оценивались изображения как из обучающей выборки, так и не присутствующие в ней. Оценки были представлены тепловыми картами участков размером 16×16 с хорошим и плохим качеством. Темным местам на картах соответствует большее СКО. Результаты работы ИНС, а также СКО, полученные на изображениях из обучающей выборки, представлены на рис. 4.

На рис. 4 введены следующие обозначения:

А, Б – оценки качества исходного изображения с помощью ИНС;

В, Г – исходные снимки: В – вулкана, Г – прибрежного города;

Д – тепловая карта СКО изображения В, интерполированного билинейным методом;

Е – тепловая карта СКО изображения Г, интерполированного линейным методом;

Ж – тепловая карта оценок ИНС изображения В, интерполированного билинейным методом;

З – тепловая карта оценок ИНС изображения Г, интерполированного линейным методом.

Как показали эксперименты, ИНС высоко оценивает качество исходных изображений, не содержащих искажения. Было выбрано три файла серии изображений, с неравномерно распределенными дефектами интерполяций нескольких видов. После синтеза было проведено измерение качества СКО использованной серии изображений и синтезированного изображения (средняя оценка на все изображение). СКО искусственно искаженных изображений составило: 0,0129, 0,0148, 0,0214; СКО синтезированного изображения составило: 0,0092; СКО синтезированного изображения с применением «Enblend-enfuse» для обработки масок составило: 0,0083.

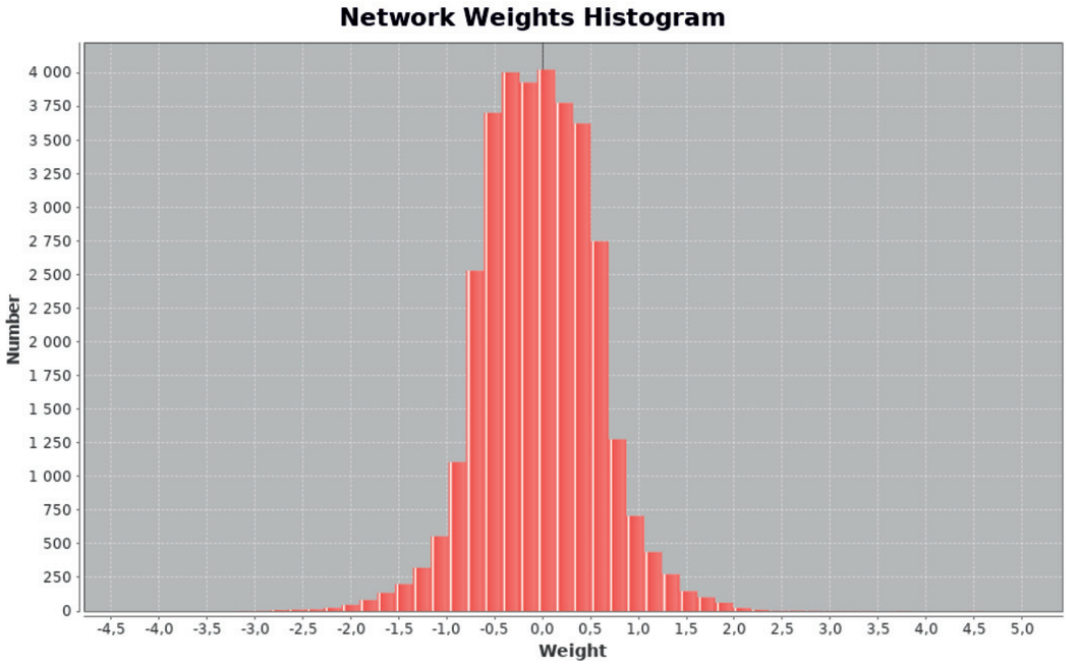


Рис. 3. Гистограмма весов ИНС, обученной в течение 15 эпох

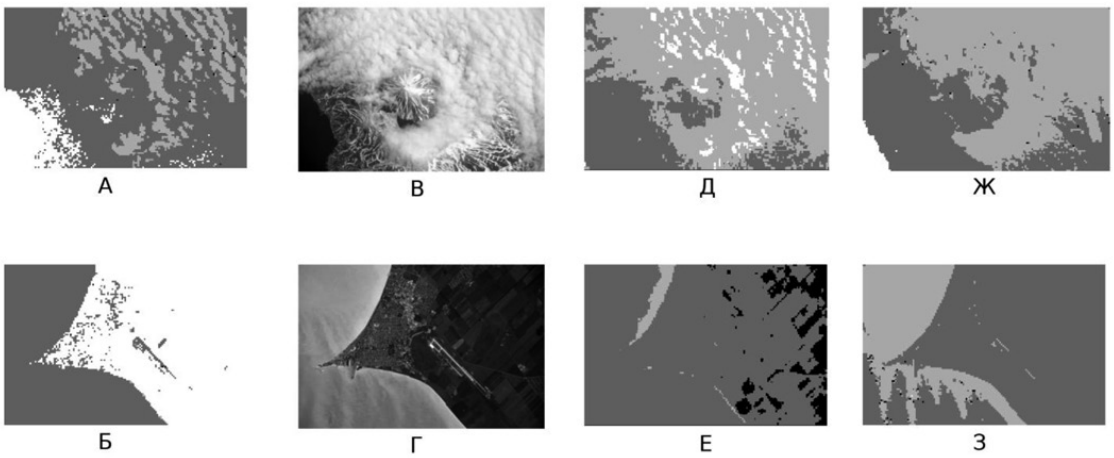


Рис. 4. Оценка качества изображений с применением ИНС и СКО

Разработанная программа может проводить синтез изображения по серии изображений с разными дефектами качества и одинаковыми пространственными координатами (требуются несмещенные изображения). Программа оценивает качество каждого снимка, создает «тепловые карты» качества на каждое изображение. Далее выбираются участки с максимальным либо равным качеством между всеми изображениями из серии, остальные участки размечаются к удалению. На основе разметки создается маска, которая может быть представлена в двух видах: либо альфа-каналом (помечаются худшие фрагменты на исходных изображениях как прозрачные участки, используется PNG-формат), либо отмечаются черным цветом в черно-белой маске. В дальнейшем полученные маски можно объединять посредством сторонних программ, например «Enblend-enfuse», либо использовать встроенную в разработанную программу функцию синтеза изображений по альфа-каналу (применяются прозрачные маски).

Заключение

Разработаны метод и программное обеспечение для синтеза изображения по отобранным фрагментам серии снимков. Программа спроектирована с учетом возможности замены применяемых библиотек машинного обучения, что позволяет, при необходимости использования специальных аппаратных средств, заменить библиотеку на новую версию с поддержкой распределенных вычислений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Перспективные физико-химические технологии специального назначения» (проект «Разработка и исследование методов и технологии высокопроизводительного сжатия целевой информации, передаваемой по каналам космической связи в интересах национальной безопасности Российской Федерации»)) и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 18-29-03011 мк и № 17-29-07003 офи_м.

Список литературы

1. Mordvintsev A., Olah C., Tyka M. Inceptionism: Going Deeper into Neural Networks. Google AI Blog. 2015. [Electronic resource]. URL: https://ai.googleblog.com/2015/06/inceptionism-going-deeper-into-neural.html (date of access: 12.09.2019).

2. Лемпицкий В. Синтез изображений с помощью глубоких нейросетей. Лекция в Яндексе // Блог компании Яндекс. 2016. [Электронный ресурс]. URL: https://www.habr.com/company/yandex/blog/314508/ (дата обращения: 12.09.2019).

3. Elham Karimi, Kaveh Kangarloo, Shahram javadi. A survey on super-resolution methods for image reconstruction. International Journal of Computer Applications. 2014. Vol. 90. Issue 3. P. 32–39.

4. Radu Timofte, Eirikur Agustsson, Luc Van Gool, and others. NTIRE 2017 Challenge on Single Image Super-Resolution: Methods and Results. 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). 2017. P. 1110–1122. [Electronic resource]. URL: http://www.vision.ee.ethz.ch/~timofter/publications/Timofte-CVPRW-2017.pdf (date of access: 12.09.2019).

5. Куракин А.В. Применение искусственной нейронной сети для оценки качества и синтеза улучшенных космических снимков // Авиакосмическое приборостроение. 2018. № 7. С. 44–52.

6. Enblend/Enfuse – combine images with no seams. [Electronic resource]. URL: http://enblend.sourceforge.net/ (date of access: 12.09.2019).

7. Sebastian Bosse, Dominique Maniry, Klaus-Robert Müller, Thomas Wiegand, Fellow, Wojciech Samek. Deep Neural Networks for No-Reference and Full-Reference Image Quality Assessment. arXiv preprint arXiv: 1612.01697. [Electronic resource]. URL: http://arxiv.org/abs/1612.01697 (date of access: 12.09.2019).

8. Sebastian Bosse, Dominique Maniry, Thomas Wiegand, Wojciech Samek. A deep neural network for image quality assessment». 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). September 25–28, 2016. Phoenix, Arizona, USA: Phoenix Convention Center. P. 3773–3777. [Electronic resource]. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/7533065/ (date of access: 12.09.2019).

9. UML 2.0 Unified Modeling Language: Superstructure. [Electronic resource]. URL: www.omg.org/spec/UML/2.0/Superstructure/PDF (date of access: 12.09.2019).

10. Виды Земли с борта МКС – Госкорпорация «Роскосмос». 2012. [Электронный ресурс]. URL: https://www.roscosmos.ru/366/ (дата обращения: 12.09.2019).

УДК 620.179.112

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТРУЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭФФЕКТА БЕЗЫЗНОСНОСТИ

Малышев В.Н., Пичугин С.Д.

ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», Москва, e-mail: vmal@inbox.ru

Работа посвящена исследованиям процессов трения и изнашивания классической для условий избирательного переноса пары трения медный сплав – сталь в среде глицерина на начальных участках пути трения в диапазоне 70–2100 м. Были проведены рентгеноспектральные и рентгенофотоэлектронные исследования изменений элементного состава поверхностей в процессе взаимодействия триады трения. Установлено, что в начальный период трения происходят процессы микросхватывания и переноса медного сплава на сталь, а также абразивное и коррозионно-механическое изнашивание медного сплава. Отмечено, что на пути трения 70–700 м происходит резкое снижение содержания цинка на поверхности медного сплава и повышение содержания меди в поверхностном слое стального образца. Результаты рентгенофотоэлектронных исследований состава и толщины формируемых пленок на поверхностях трения пары медный сплав – сталь показали, что защитная металлсодержащая пленка с высокомолекулярным соединением формируется как на стальном образце, так и на медном сплаве. Причем, относительно тонкая вначале (порядка 40 нм) на участках пути трения 70–700 м, толщина этой пленки увеличивается примерно на порядок (до 600 нм) на пути трения 700–2100 м и обеспечивает высокую износостойкость и низкий коэффициент трения пары медный сплав – сталь в среде глицерина.

Ключевые слова: защитная металлсодержащая пленка, пара медный сплав – сталь, глицерин, микросхватывание, абразивное, коррозионно-механическое изнашивание

STUDY OF RUBBING SURFACES CHANGES UNDER THE EFFECT OF THE NO-WEAR CONDITIONS

Malyshev V.N., Pichugin S.D.

National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow, e-mail: vmal@inbox.ru

The paper is devoted to studies of friction and wear processes of copper alloy – steel pair in glycerol which is classical for the conditions of selective transfer during friction in the initial sections of the friction path in the range of 70–2100 meters. X-ray spectral and X-ray photoelectronic studies of changes in the elemental composition of surfaces during the interaction of the friction triad were carried out. It was established that in the initial friction period micro gripping and transfer of the copper alloy to steel occur, as well as the abrasive and corrosion-mechanical wear of the copper alloy. It was noted that along the friction path of 70–700 meters there is a sharp decrease in the zinc content on the surface of the copper alloy and an increase in the copper content in the surface layer of the steel sample. The results of X-ray photoelectronic studies of films composition and thickness formed on the friction surfaces of a copper alloy-steel pair showed that a protective metal-containing film with a high molecular weight compound is formed both on a steel specimen and on a copper alloy. Notably, that the thickness of this film is relatively thin at first (about 40 nanometers) on sections of the friction path of 70–700 meters, then it increases by about an order (up to 600 nm) on the friction path of 700–2100 meters and provides high wear resistance and a low friction coefficient of copper alloy – steel pair in glycerol environment.

Keywords: protective metal-containing film, copper alloy – steel pair, glycerol, micro gripping, abrasive, mechanochemical wear

Важной технической задачей современного машиностроения является повышение износостойкости трущихся сопряжений машин и оборудования, увеличение срока их службы и снижение расходов на эксплуатацию, поскольку до 85 % выхода из строя машин и механизмов происходит, как правило, по причине их изнашивания [1].

Повышение износостойкости трибосопряжений является ключевым направлением по борьбе с изнашиванием на основе использования достижений трибологии, в частности открытия явления избирательного переноса (эффекта безызносности). В этих условиях процесс трения в паре медный сплав – сталь в среде глицерина или спиртоглицериновой смеси ведет к образованию на поверхностях трения сервовитной медьсодержащей пленки, в которой накопление дислокаций при ее деформировании поддерживается на некотором низком уровне, тем самым обеспечивая низкий коэффициент трения и высокую износостойкость подвижных сопряжений [2].

Исследованиям строения и элементного состава медьсодержащей пленки посвящено достаточно много работ [1, 3, 4], однако до сих пор нет однозначного подхода к механизму ее формирования. Причем большинство опубликованных исследований по составу и строению медьсодержащей пленки, как правило, выполнялись после окончания проведения экспериментов

и не оценивали эволюцию свойств поверхностей непосредственно в процессе взаимодействия триады трения.

Цель исследования: изучение изменений состава и толщины поверхностных пленок в процессе трения и изнашивания в паре медный сплав – сталь в условиях реализации эффекта безызносности в начальный период взаимодействия подвижного сопряжения.

Материалы и методы исследования

Для выполнения экспериментов использовалась машина трения СМЦ-2 по схеме трения «колодка – ролик» в режиме однонаправленного скольжения. В качестве роликов использовались стальные образцы из стали 40ХН, с твердостью HRC 50-55 и шероховатостью поверхности $R_a = 0,74$ мкм. Образцы колодки выполнялись из медных сплавов – латуни Л63, бронз БРАЖ9-4, БрОЦС5-5-5 с шероховатостью поверхности $R_a = 0,32$ мкм. Путь трения разбивали на 6 участков 0–70, 0–210, 0–350, 0–700, 0–1400, 0–2100 м для возможности оценки изменений в трущихся поверхностях пары медный сплав – сталь в зависимости от длины пути. В каждом эксперименте, на каждом участке пути трения, использовались новые образцы. Номинальная площадь контакта равнялась 1,0 см^2. Эксперименты проводили при скорости скольжения 1,0 м/с и удельной нагрузке 6,0 МПа. Выбор условий испытаний был обусловлен наиболее распространенными значениями скорости скольжения и удельной нагрузки для подобных пар трения. Износ образцов оценивали весовым методом с точностью до ±0,0001 г. Оценка микрогеометрии контактных поверхностей проводилась на профилографе-профилометре «Калибр» модели 1730311.

Поверхности трения анализировали на растровом электронном микроскопе с рентгеноспектральной приставкой «Камека», а также сканирующем электронном микроскопе Carl Zeiss Leo – 430i с рентгеноспектральным микроанализатором Oxford Instruments с энергодисперсионным детектором. Состав поверхностных слоев в зоне трения как стальных образцов, так и медного сплава, а также толщины сформировавшихся защитных пленок в динамике пути трения изучали с помощью рентгенофотоэлектронного спектрометра ESCALab 5 (Vacuum Generators, GB).

Результаты исследования и их обсуждение

Во всех трех исследованных медных сплавах (латунь Л63 и бронзы БрАЖ9-4, БрОЦС5-5-5) при контакте со сталью в среде глицерина на поверхностях формируется медьсодержащая пленка, однако химический состав медных сплавов оказывает влияние на триботехнические характеристики подвижных сопряжений. При этом наименьший коэффициент трения и износ отмечается при работе трибосопряжения латунь – сталь. В табл. 1 представлены изменения триботехнических характеристик в зависимости от пути трения для пары латунь Л63 – сталь 40ХН в глицерине.

Таблица 1

Триботехнические характеристики пары латунь – сталь при испытании в глицерине на различных участках пути трения

№ п/п	Путь трения, м	Износ 10^{-4}, г		Коэффициент трения
		Сталь 40ХН	Латунь Л-63	
1	70	+1	2	0,020
2	210	+1	4	0,017
3	350	+2	7	0,015
4	700	+3	13	0,012
5	1400	+4	14	0,009
6	2100	+4	14	0,007

Данные табл. 1 указывают что масса стального ролика увеличивалась на всем изученном пути трения 0–2100 м. При этом износ колодки из латуни (Л63) вначале (на пути трения 70–700) м повышался, но затем стабилизировался. Величина износа колодки в глицерине в конце исследованного участка пути трения (2100 м) составила $14 \cdot 10^{-4}$ г, в то время как при аналогичных испытаниях колодка из бронзы БрАЖ9-4 имела величину $22 \cdot 10^{-4}$ г, а колодки из бронзы БрОЦС5-5-5 – $38 \cdot 10^{-4}$ г соответственно.

Кроме того, в паре Л63 – сталь при трении в глицерине на всем пути трения 0–2100 м коэффициент трения постепенно снижался и имел конечное значение 0,007, в то время как в паре БрАЖ9-4 – сталь на том же пути трения величина коэффициента трения была 0,010, а в паре БрОЦС5-5-5 – сталь – 0,017 соответственно. Поскольку наилучшие показатели триботехнических характеристик при трении в глицерине отмечались в паре латунь Л63– сталь 40ХН, то все дальнейшие исследования проводили с этой парой трения.

Для оценки влияния смазочной среды на триботехнические характеристики сопряжения был проведен цикл испытаний пар трения в индустриальном масле И-40А при тех же условиях. Данные исследования показали, что коэффициент трения в той же паре Л63 – сталь имел значение на порядок выше, чем при работе этой пары в глицерине, а износ колодки из латуни при трении в минеральном масле был более чем в 40 раз выше износа колодки, по сравнению с работой подвижного сопряжения в глицерине.

Влияние пути трения на изменение микрогеометрии контакта поверхностных слоев в паре латунь – сталь оценивали с использованием профилографа – профилометра после каждого цикла испытаний. Эти результаты представлены в табл. 2. Полученные данные указывают на постепенное снижение величин среднего арифметического отклонения неровностей профиля R_a, как для

поверхностного слоя стального образца, так и латуни. Следует отметить, что образующаяся на контактных поверхностях медьсодержащая пленка способствовала повышению качества зоны трения образцов.

Таблица 2

Микрогеометрия поверхностного слоя пары Л-63 – сталь 40ХН при трении в глицерине на разных участках пути трения

№ п/п	Путь трения, м	Сталь 40ХН, мкм	Латунь Л-63, мкм
		R_a	R_a
1	Исходное состояние	0,74	0,32
2	70	0,71	0,30
3	210	0,63	0,27
4	350	0,60	0,25
5	700	0,58	0,23
6	1400	0,56	0,17
7	2100	0,52	0,12

Подтверждением переноса элементов медного сплава (Cu и Zn) на стальную поверхность при трении в глицерине служат рентгеноспектральные исследования поверхности стальных образцов на растровом электронном микроскопе с рентгеноспектральной приставкой «Камека» (рис. 1). Из этих данных видно, что примерно в одних и тех же участках стальных образцов по линии сканирования отмечается присутствие меди и цинка. Полученные результаты позволяют утверждать, что в начальный период взаимодействия триады трения (70 м) в результате микросхватывания происходит перенос медного сплава на сталь. Более детальное изучение и определение элементов, образующихся на контактирующих поверхностях в паре Л63 – сталь, их размеров и формы, было проведено с использованием сканирующего электронного микроскопа.

Количественное содержание элементов медного сплава и характер их распределения на поверхностях пары Л63-сталь, при испытании в глицерине проводили путем сканирования поверхностных слоев в характеристических рентгеновских лучах меди, цинка, железа, хрома и никеля.

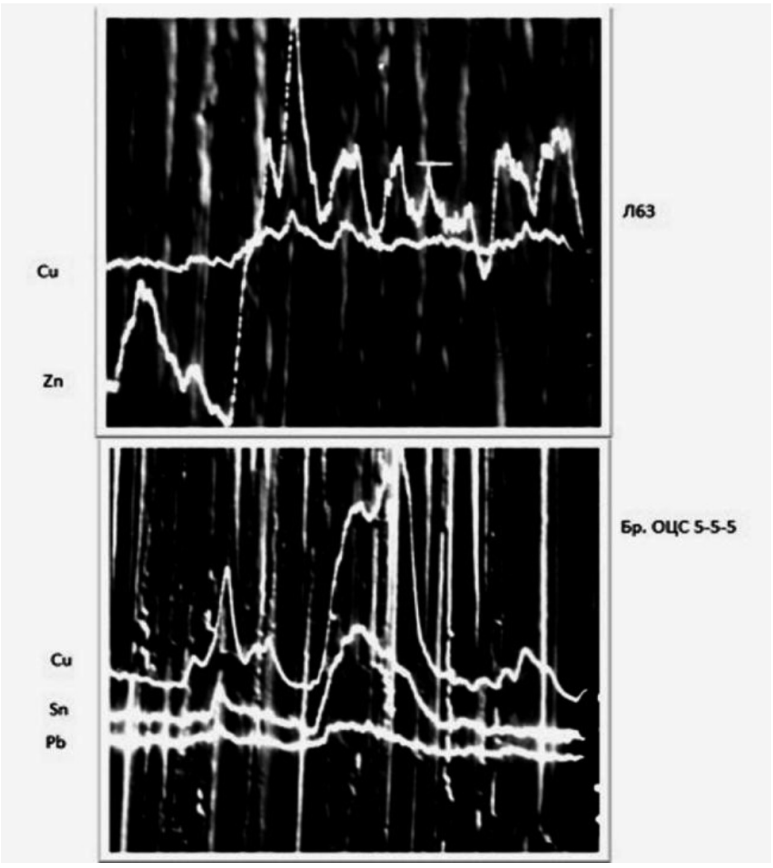


Рис. 1. Зона трения стальных образцов в паре с латунью Л-63 (а) и бронзой БрОЦС5-5-5 (б) в глицерине (увеличение в 1000 раз)

Было выявлено, что уже на пути трения 70 м в поверхностном слое медного сплава пропадали риски от технологической обработки и обнаруживались темные пятна взаимодействия среды с поверхностным слоем. Вследствие царапающего и режущего действия частиц продуктов изнашивания имело место легкое абразивное изнашивание медного сплава. В табл. 3 представлены рентгеноспектральные исследования изменений в составе поверхностного слоя латуни. Из таблицы видно, что с увеличением пути трения от 70 м до 700 м происходит увеличение содержания меди и значительное снижение содержания цинка. Так, если до испытаний среднее содержание меди в латуни Л63 составляло 63,95%, то на пути трения 700 м оно составило уже 89,17%. Среднее содержание цинка в медном сплаве вначале было 36,05%, а после трения в глицерине на пути 700 м, оно уменьшилось более чем в 3 раза. При дальнейшем же увеличении пути трения (700–2100 м) среднее содержание меди и цинка в поверхностном слое латуни практически не изменялось.

Таблица 3

Содержание элементов (Cu и Zn) в зоне трения латуни

№ п/п	Путь трения, м	медь	цинк
		Вес.%	Вес.%
1	До работы	64,63 63,30 63,94	35,37 36,70 36,06
среднее		63,95	36,05
2	70	67,37 65,99 69,33	32,63 34,01 30,67
среднее		67,56	32,44
3	210	77,16 78,32 83,10	22,84 21,68 16,90
среднее		79,53	20,47
4	350	84,21 87,03 79,80	15,79 12,97 20,20
среднее		83,68	16,32
5	700	86,51 93,27 90,19	13,49 6,73 9,81
среднее		89,99	10,27
6	1400	89,80 90,22 88,54	10,20 9,78 11,46
среднее		89,52	10,48
7	2100	85,50 91,01 91,00	14,50 8,99 9,00
среднее		89,17	10,83

Таким образом, можно предположить, что в результате окисления или трибодеструкции глицерина образуются коррозионно-активные соединения, которые оказывают коррозионно-механическое воздействие на медный сплав. При этом увеличение содержания меди в поверхностном слое латуни происходит с одновременным его обесцинкованием, что значительно снижает ее прочностные характеристики.

В табл. 4 представлены данные рентгеноспектрального анализа изменений содержания элементов в поверхностном слое стальных образцов. Результаты этих исследований показывают, что если вначале испытаний (на пути трения 70 м) среднее содержание меди и цинка в поверхности приблизительно одинаково, то с увеличением пути трения до 1400 м наблюдаются существенные различия. В частности, происходит резкое повышение содержания меди на участке пути трения 70–700 м, которое затем изменяется незначительно. Содержание цинка же с увеличением пути трения постепенно растет и достигает своего наибольшего значения 0,5% вес. Изменения содержания других элементов стальных образцов (Fe, Cr и Ni) в диапазоне пути трения не столь значительны.

Таблица 4

Содержание элементов в зоне трения стального образца

№ п/п	Путь трения, м	Cu	Zn	Fe	Cr	Ni
		Вес.%	Вес.%	Вес.%	Вес.%	Вес.%
1	70	0,13 0,28 0,43	– 0,65 –	97,97 97,45 98,00	1,11 1,03 1,15	0,79 0,58 0,42
среднее		0,28	0,22	97,80	1,09	0,59
2	210	0,24 0,06 1,42	0,24 – 0,62	98,33 98,67 95,98	1,19 0,97 1,21	– 0,30 0,76
среднее		0,57	0,29	97,66	1,12	0,35
3	350	1,25 1,48 1,47	– 0,55 0,44	98,04 97,98 98,43	1,32 1,11 1,07	0,39 0,58 –
среднее		1,40	0,33	98,15	1,16	0,32
4	700	2,47 2,36 2,51	– 0,65 0,58	98,21 91,38 97,27	1,20 1,12 1.24	0,52 0,29 0,40
среднее		2,44	0,41	95,62	1,19	0,40
5	1400	2,22 3,25 2,69	0,50 0,62 0,15	97,08 90,12 94,26	0,85 0,94 0,84	1,86 1,17 1,15
среднее		2,72	0,42	93,82	0,87	1,39
6	2100	3,78 3,19 1,13	0,61 0,57 0,38	98,95 97,92 98,48	1,24 1,35 1,11	0,16 0,42 0,44
среднее		2,80	0,52	98,53	1,23	0,34

Данные табл. 3 и 4 позволяют заключить, что увеличение содержания меди в поверхностном слое стальных образцов связано с резким уменьшением содержания цинка в латуни на пути трения 70–700 м, снижением прочностных свойств медного сплава и переносом меди на сталь в результате микросхватывания. Снижение содержания цинка в поверхностном слое медного сплава происходит в результате взаимодействия коррозионно-активных веществ с металлом в процессе трения. Химическим анализом и методом масс-спектроскопии в работе [5] было показано, что химические превращения глицерина при трении пары Л63-сталь приводят к образованию поверхностно-активных и коррозионно-активных веществ, интенсифицируют процесс поверхностного диспергирования при трении, в соответствии с эффектом П.А. Ребиндера, и оказывают пластифицирующее действие.

Состав поверхностных слоев в зоне трения как стального, так и медного сплавов, а также толщины сформировавшихся защитных пленок в динамике пути трения изучали с помощью рентгенофотоэлектронного спектрометра ESCALab 5 (Vacuum Generators, GB).

В табл. 5 представлены результаты рентгенофотоэлектронных исследований состава поверхности латуни, работавшей в паре со сталью в глицерине.

Таблица 5

Состав и толщина металлсодержащей пленки на поверхности латуни Л-63 в зависимости от пути трения

№ п/п	Путь трения, м	Толщина пленки, нм	Элементный состав
1	70	40	Cu, Cu_2O, ZnO, C
2	210	40	Cu, Cu_2O, ZnO, C
3	350	40	Cu, Cu_2O, ZnO, C
4	700	40	Cu, Cu_2O, ZnO, C
5	1400	600	Cu_2O, C, ZnO
6	2100	600	Cu_2O, C, ZnO

Из данных табл. 5 следует, что толщина и состав металлсодержащей пленки в поверхностном слое медного сплава в диапазоне пути трения 70–700 м практически не изменяется. Формируется защитная пленка, толщиной порядка 40 нм, состоящая из металлической меди, углерода и окисленных соединений меди и цинка. Однако в диапазоне пути трения от 700 до 1400 м толщина металлсодержащей пленки увеличивается более чем на порядок (до 600 нм), и в ее составе медь в металлическом состоянии отсутствует. Дальнейшее увеличение пути трения до 2100 м не оказывает существенного влияния на толщину и состав металлсодержащей пленки. Общая картина изменений состава, структуры и толщины металлсодержащей пленки на поверхности медного сплава представлена на рис. 2.

Аналогичные послойные исследования рентгеновских фотоэлектронных спектров на поверхности стальных образцов, работавших в паре с латунью в среде глицерина на пути трения 70–2100 м, позволили получить картину изменений элементного состава, структуры и толщины металлсодержащей пленки на поверхности трения стальных образцов, которые представлены в табл. 6. Эти данные свидетельствуют о том, что в состав защитной пленки на стальных образцах на пути трения 70 м входят Fe и его окисленные соединения, а также Cu и Zn, которые обнаруживаются в металлическом состоянии, вследствие процесса микросхватывания с поверхностным слоем латунного образца.

Углерод, обнаруженный на поверхности стальных образцов, находится в соединении с кислородом. Помимо этого, в поверхностном слое присутствуют адсорбционные молекулы воды и гидроксильные группы OH. При дальнейшем увеличении пути трения пары латунь – сталь в глицерине до 210 м в составе и толщине пленки практически не происходило изменений.

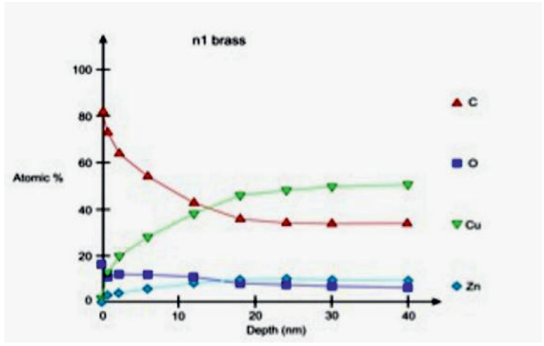
Как было отмечено ранее, в начальный период взаимодействия контактных поверхностей имело место микросхватывание и механическое изнашивание медного сплава. При этом окисленные соединения поверхностного слоя меди переходили в глицерин. Это способствовало окислению глицерина до кислот (муравьиной и щавелевой), причем в качестве побочного продукта образовывалась вода. Можно предположить, что в диапазоне пути трения от 70 до 210 м пары латунь – сталь происходило окисление глицерина и накопление кислот, а в зоне трения появлялись адсорбционные молекулы воды и гидроксильные группы, по всей видимости, из воздуха.

На участках пути трения 350–700 м в состав пленки поверхности трения стальных образцов входят C, Fe и его окисленные соединения, а также Cu и Zn в металлическом состоянии. На этих участках пути трения имело место абразивное и коррозионно-механическое изнашивание латуни, а также увеличение содержания меди и цинка в зоне трения стальных образцов. Вполне допустимо, что здесь происходило также взаимодействие образовавшихся из глицерина кислот с соединениями меди и образование катализаторов.

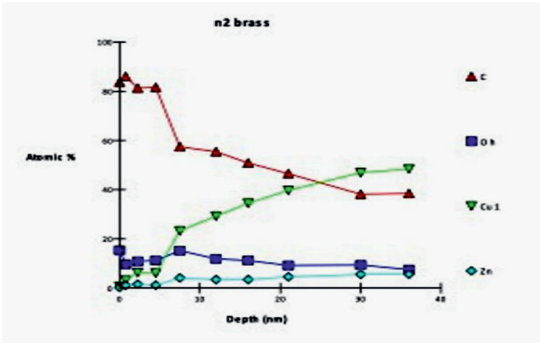
Таблица 6

Состав и толщина металлсодержащей пленки на стальном образце в зависимости от пути трения

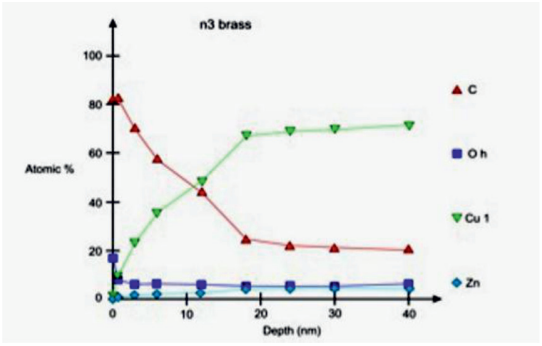
№ п/п	Путь трения, м	Толщина пленки, нм	Элементный состав
1	70	50	C=O, Fe, FeO, Fe_2O_3, H_2O, OH, Cu, Zn
2	210	50	C, Fe, FeO, Fe_2O_3, H_2O, OH, Cu, Zn
3	350	50	C, Fe, FeO, Fe_2O_3, Cu, Zn
4	700	50	C, Fe, FeO, Fe_2O_3, Cu, Zn
5	1400	600	C, Fe, FeO, Fe_2O_3, Cu_2O, ZnO
6	2100	600	C, Fe, FeO, Fe_2O_3, Cu_2O, ZnO



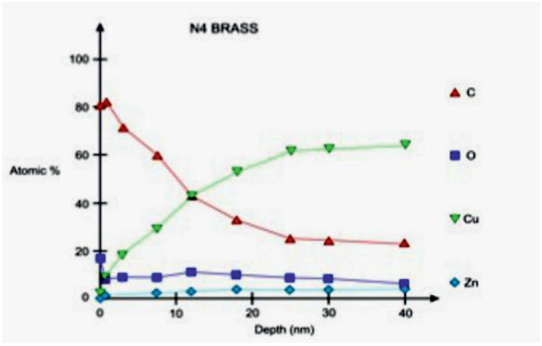
а)



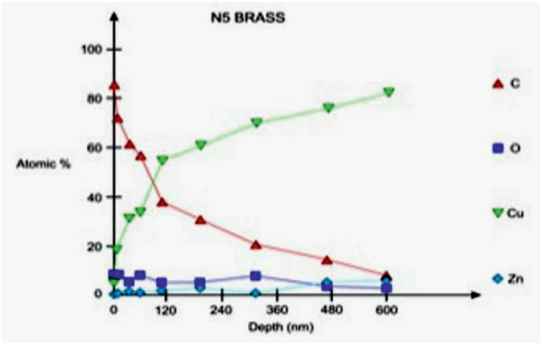
б)



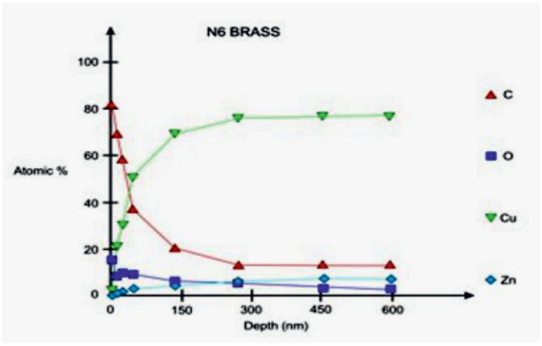
в)



г)



д)



е)

Рис. 2. Элементный состав, структура и толщина металлсодержащей пленки на поверхности латуни при изнашивании в глицерине на участках пути трения, м: а – 70; б – 210; в – 350; г – 700; д – 1400; е – 2100

В диапазоне пути трения 700–1400 м пары латунь – сталь медь и цинк в металлическом состоянии уже отсутствуют, а толщина пленки на стальном образце также увеличивается более чем на порядок (до 600 нм). Причем характерно, что на этом участке пути работы пары на поверхностях трения формируется пленка с металлсодержащим высокомолекулярным соединением [6]. Как показали исследования [7], наличие высокомолекулярного соединения в составе металлсодержащей пленки подтверждается полосами поглощения инфракрасного спектра в области 1300–700 $см^{-1}$, которые связаны с присутствием структур C-O-C-O-C, а также C=C. Процессы взаимодействия на поверхностях трения стабилизируются, износ минимален (практически отсутствует).

На следующем участке пути трения 1400–2100 м состав и толщина пленки на поверхности стального образца практически не претерпевает изменений. На поверхностях трения как стального образца, так и медного сплава одновременно формируется высокомолекулярная металлсодержащая пленка на подслое окисленных соединений меди, цинка и железа, обеспечивающая низкий коэффициент трения и высокую износостойкость пары латунь – сталь в глицерине. При этом по всей толщине металлсодержащей пленки наряду с медью присутствует также и цинк.

Выводы

Проведенные исследования показывают, что при взаимодействии пары латунь – сталь в глицерине происходят процессы микросхватывания, механического, коррозионно-механического и абразивного изнашивания медного сплава. Содержание меди в поверхностном слое латуни увеличивается по мере увеличения пути трения и наиболее интенсивно в диапазоне 350–700 м, а содержание цинка, наоборот, снижается и происходит обесцинкование латуни. Следует также отметить, что на подслое окисленных соединений меди, цинка и железа в диапазоне пути трения 700–1400 м в поверхностном слое как стального образца, так и латуни одновременно формируется высокомолекулярная металлсодержащая пленка толщиной 0,6 мкм, обеспечивающая высокие триботехнические характеристики сопряжения.

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Триботехника: учеб. пособие. М.: КноРус, 2011. 408 с.

2. Бурлакова В.Э. Трибохимия эффекта безызносности. Ростов н/Д.: ДГТУ, 2005. 209 с.

3. Поляков С.А. Самоорганизация при трении и эффект безызносности. М.: МСХА, 2009. 108 с.

4. Пичугин В.Ф., Щербинин В.М. Исследование зоны трения пар медный, алюминиевый сплав – сталь, изношенных в глицерине // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2009. № 9. С. 27–33.

5. Симаков Ю.С., Михин Н.М. О механизме избирательного переноса. Сб. Избирательный перенос при трении. М.: Наука, 1975. С. 6–9.

6. Пичугин С.Д. Исследование функциональных групп в составе медьсодержащей пленки // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2013. № 10. С. 46–48.

7. Pichugin S.D., Malyshev V.N. Infrared Spectral Studies of Copper-containing Film on the Steel Sample. International Journal of Organic Chemistry. 2015. № 5. P. 10–14. DOI: 10.4236/ijoc.2015.51002.

УДК 004.94

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

[1]Медведев А.В., [2]Победаш П.Н., [1]Рапп Е.Ю., [2]Крамаренко В.А.

[1]ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» Кемеровский институт (филиал), e-mail: alexm_62@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Кемерово

В статье приводится описание финансово-аналитического программного продукта, в основе которого лежит решение линейной задачи оптимального управления в дискретном времени. Кратко изложена концепция моделирования экономических процессов и математический инструментарий для решения задач указанного класса в целях экономического планирования и прогнозирования. Подчеркнута необходимость использования при описании и оценке эффективности деятельности предприятия комбинации оптимизационного подхода, выявляющего ее экономический потенциал, с имитационным, максимально учитывающим правила формирования возникающих доходных и расходных потоков. Рассмотрена общая математическая постановка многошаговой задачи линейного программирования, а также имеющие экономический смысл условия существования решения во всех допустимых диапазонах входящих в нее переменных и параметров. Приведен алгоритм преобразования исходной задачи в эквивалентную ей задачу линейного программирования. Кратко описаны вычислительные характеристики программного продукта, технология построения информационных услуг, а также ряд особенностей работы разработанного автоматизированного программного комплекса. Представлены результаты модельного вычислительного эксперимента с использованием входной информации, соответствующей реальному инвестиционному проекту регионального уровня, а также графоаналитический метод визуализации его результатов. Предложенный инструментарий можно рассматривать как систему поддержки принятия инвестиционных, производственных и финансовых решений как на микро-, так и на мезоэкономическом уровне при стратегическом планировании деятельности различных экономических структур.

Ключевые слова: стратегическое экономическое планирование и прогнозирование, многошаговая задача линейного программирования, пакет прикладных программ, автоматизированная система поддержки принятия решений

AUTOMATED DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM BASED ON OPTIMIZATION LINEAR ECONOMIC DYNAMIC MODELS

[1]Medvedev A.V., [2]Pobedash P.N., [1]Rapp E.Yu., [2]Kramarenko V.A.

[1]Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Kemerovo Institute (branch), e-mail: alexm_62@mail.ru;

[2]Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo

The article describes the financial and analytical software product, which is based on the solution of the linear optimal control problem in discrete time. The concept of modeling economic processes and mathematical tools for solving problems of this class for the purposes of economic planning and forecasting are briefly outlined. The necessity of using a combination of an optimization approach revealing its economic potential with a simulation approach that maximally takes into account the rules for the formation of arising income and expense flows is emphasized. The general mathematical formulation of a multi-step linear programming problem is considered, as well as the conditions for the existence of a solution in all admissible ranges of variables and parameters included in it that have economic sense. An algorithm for converting the original problem into the equivalent linear programming problem is given. The computational characteristics of the software product, the technology for constructing information services, and a number of features of the developed automated software complex are briefly described. The results of a model computational experiment using input information corresponding to a real investment project of a regional level, as well as a grapho-analytical method for visualizing its results are presented. The proposed toolkit can be considered as a support system for making investment, production and financial decisions both at the micro and mesoeconomic levels in the strategic planning of various economic structures.

Keywords: strategic economic planning and forecasting, multi-step linear programming task, application package, automated decision support system

Описание функционирования экономических систем требует учета множества сложных процессов в экономике – инвестиционных, производственных, финансовых, управленческих, – и поэтому затруднительно без разработки их математических моделей. Кроме того, цифровые технологии автоматизированной обработки циркулирующих в этих моделях материальных, финансовых и информационных потоков должны иметь реализуемые на компьютере алгоритмы и позволять как получать искомое решение моделируемых задач, так и анализировать его в удобной для конечного пользователя форме. При изучении экономических процессов в первую очередь интерес представляют модели динамических задач, характеризующиеся наличием временной

переменной и зависимостью от нее других искомых переменных и параметров. Большинство современных автоматизированных программных систем, ориентированных на решение планово-прогнозных задач экономики, в качестве своей математической основы имеют задачу Коши для системы обыкновенных линейных дифференциальных уравнений 1-го порядка, имитирующие развитие предприятия. Получаемые решения описывают траекторию развития предприятия во времени, имитируя тем самым различные стороны его функционирования. Однако, не решая задачу оптимального управления, они не позволяют определять объемы инвестиций, производства продукции и соответствующие показатели финансово-хозяйственной деятельности предприятия, выявляющие наилучшие (в смысле выбранных критериев) варианты развития. С другой стороны, имеющиеся оптимизационные пакеты опираются на модели, описывающие преобразование затрат в выгоды производственными функциями абстрактно-математического характера (типа функций Кобба – Дугласа в модели Р. Солоу), что излишне идеализирует деятельность предприятия, либо (например, [1]) труднодоступны для конечного пользователя или громоздки в использовании, что, как правило, не удовлетворяет целевую аудиторию конечных пользователей данных пакетов.

В связи с изложенным выше, для решения задач экономического планирования и прогнозирования, на наш взгляд, целесообразно ориентироваться на комбинацию имитационных и оптимизационных методов, суть которых можно сформулировать следующим образом. Необходимо разрабатывать автоматизированные финансово-аналитические системы, в основе которых лежат оптимизационные модели деятельности предприятия, а потоки доходов и расходов в них формируются путем применения универсальных бухгалтерских алгоритмов (то есть, по возможности, использовать максимальную информацию о циркулирующих в экономической системе потоках). При этом полный компьютерный анализ инвестиционной, производственной и финансовой деятельности предприятия должен быть доступен для всех указанных составляющих. Иначе говоря, содержательная адекватность описания деятельности предприятия должна соответствовать используемым классам математических моделей и возможностям их полного компьютерного анализа. Обоснование указанных положений можно рассматривать в качестве цели данного исследования.

Материалы и методы исследования

Для реализации предлагаемого подхода целесообразно использовать удовлетворяющую указанным выше требованиям многошаговую задачу линейного программирования (МЗЛП): найти такие векторы $u(t)$ и $x(t)$, что справедливы условия

$$x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t) - s(t);\ x(0) = a,$$

$$C(t)x(t) + D(t)u(t) \le h(t);\ u(t) \ge 0\ (t = 0,..., T^0 - 1), \quad (1)$$

$$J_P = \sum_{t=0}^{T^0-1} \left[(a(t), x(t)) + (b(t), u(t))\right] + (a(T^0), x(T^0)) \to \max.$$

Здесь $u(t) = [u_j(t)]$, $x(t) = [x_i(t)]$ – управляющий и фазовый векторы соответственно; матрицы $A(t) = [a_{ij}(t)]$; $B(t) = [b_{il}(t)]$; $C(t) = [c_{kj}(t)]$; $D(t) = [d_{kl}(t)]$; векторы $a = [a_i]$; $s(t) = [s_i(t)]$; $h(t) = [h_k(t)]$; $a(t) = [a_i(t)]$; $b(t) = [b_l(t)]$; $(i,\ j = 1,... n;\ l = 1,... r_t;\ k = 1,... m_t;$ $t = 0,\ldots,T^0)$; r_t, m_t и T^0 – размерность вектора $u(t)$, число неравенств в момент времени t и шагов по времени соответственно; (α, β) – скалярное произведение векторов α и β. Матрицы задачи (1) могут содержать практически неограниченную информацию об описываемых инвестиционных, производственных и финансовых процессах, в том числе имеющих нелинейный по переменной t характер. При этом, являясь линейной по фазовым и управляющим векторам, задача (1) может быть решена на основе эффективных численных алгоритмов при практически значимых размерностях r_t, m_t и T^0, выявляя экономический потенциал инвестиционных, производственных и финансовых процессов.

Интерес к исследованию класса систем вида (1) в настоящее время не ослабевает [1–3], что обусловлено, с одной стороны, их важной содержательной составляющей, связанной с необходимостью изучения реальных технических и экономических процессов, описываемых в классе МЗЛП, а с другой, – с возможностями их автоматизированного компьютерного решения и анализа. Следует отметить, что аналитическое решение многошаговой задачи (1) в общей постановке не получено. Кроме того, при больших значениях n, T^0 затруднительно получение и ее численного решения, а имеющиеся пакеты программ, в которых задача (1) решается в частном случае отсутствия, например, фазовых ограничений ($C(t) = 0$, $t = 0,\ldots,T^0$), резко ограничивают круг ее реальных экономических приложений. Поэтому вопросы разработки автоматизированных средств решения и анализа указанных систем также остаются в центре внимания исследователей [4, 5].

Известно, что при разработке автоматизированных средств численного решения задач вида (1) крайне важно знать заранее, всегда ли существует такое решение. В [2] приведен библиографический список работ, в которых теоретически и численно обосновано, что при выполнении условий

$$a(t) = \left[\frac{a_i(t)}{(1+r)^t}\right];\ b(t) = \left[\frac{b_i(t)}{(1+r)^t}\right];$$

$$i = 1,\ldots,n;\ t = 0,\ldots,T^0 - 1, \quad (2)$$

задача (1) имеет решение во всех диапазонах изменения входящих в нее параметров и допустимых значений искомых управляющих $u(t)$ и фазовых $x(t)$

переменных. В этой связи автоматизация анализа задачи (1)–(2) приобретает очевидный смысл. Следует отметить, что условия (2) описывают известный в экономических приложениях процесс дисконтирования денежных потоков во времени, моделирующий всеобщий экономический закон обесценения во времени стоимости финансового ресурса. Это обуславливает целесообразность применения системы (1)–(2) именно и в первую очередь при анализе финансово-экономических процессов развития экономических систем. Однако последнее не исключает применение задачи (1)–(2) и пакетов ее автоматизированного анализа в технических приложениях, особенно если техническая система характеризуется целевыми функционалами, учитывающими объективно существующие законы трения в системе. Задача (1)–(2), как многошаговая задача линейного программирования, может быть решена путем перехода к эквивалентной ей статической ЗЛП путем следующих рассуждений.

Выражая фазовый вектор $x(t)$ через управляющий вектор $u(t)$ из уравнений движения в (1), получим

$$x(k) = \left[\prod_{i=k-1}^{0} A(i)\right] x(0) + \sum_{j=0}^{k-1} W(j,k)u(j) \ (k = 0,...,N),$$

где $\prod_{i=k-1}^{0} A(i) = A(k-1)\times...\times A(0)$; $W(j,k) = \left[\prod_{i=k-1}^{j+1} A(i)\right]\cdot B(j)\left(j = \overline{0,k-1}; k = \overline{0,N}\right)$,

N – количество шагов. В этом случае МЗЛП вида

$$x(k+1) = A(k)x(k) + B(k)u(k) \ \ (k = \overline{0,N-1}) \ ; x(0) = a,$$

$$C(k)x(k) + D(k)u(k) \le h(k); \ u(k) \ge 0 \ \ (k = \overline{0,N-1}) \ ,$$

$$J_P = \sum_{k=1}^{N-1}\left[(a(k),x(k)) + (b(k),u(k))\right] + ((a(N),x(N))) \to \max$$

сводится к статической ЗЛП:

$$c(k)\cdot\left(\left[\prod_{i=k-1}^{0} A(i)\right]x(0) + \sum_{j=0}^{k-1} W(j,k)u(j)\right) + D(k)u(k) \le h(k);$$

$$u(k) \ge 0, k = \overline{0,N-1}$$

$$\overline{J_P} = \sum_{k=0}^{N}\left(a(k), \sum_{j=0}^{k-1} W(j,k)u(k)\right) + \sum_{k=0}^{N-1}(b(k),u(k)) \to \max. \qquad (3)$$

Причем

$$J_P = \overline{J_P} + \sum_{k=0}^{N}\left(a(k), \prod_{i=k-1}^{0} A(i)\cdot x(0)\right) \to \max.$$

Результаты исследования и их обсуждение

Для автоматизированного анализа задачи (1)–(2) на основе алгоритма (3) был разработан комплекс прикладных программ [6]. В [2] приведена библиография источников, содержащих модели задач управления экономическими процессами и системами вида (1)–(2), а также результаты соответствующих вычислительных экспериментов, успешно подтверждающих существование их решения и позволяющих получать полезные для практики социально-экономических исследований результаты. Вместе с тем пакет [6] реализован на языке Паскаль, что затрудняет разработку соответствующих современным вычислительным и аналитическим возможностям систем поддержки принятия решений при анализе задачи (1)–(2). Данный факт предопределил необходимость дальнейшего совершенствования указанного программного комплекса в объектно-ориентированных программных средах, что привело к разработке авторами описанной ниже автоматизированной информационной системы «Линейная экономическая динамика» (АИС «ЛЭД») в объектно-ориентированной среде Microsoft Visual Studio на алгоритмическом языке C#.

Автоматизированная информационная система «ЛЭД» имеет две основные функции поддержки принятия решений при анализе задачи (1)–(2):

1) внесение и верификация входной матрично-числовой информации;

2) получение и анализ оптимального решения задачи $u^*(t)$, $x^*(t)$ $(t = 0,\ldots,T^0)$ в форме одно- и многопараметрических зависимостей.

Разработанный комплекс не требователен к ресурсам компьютера, однако для комфортной работы необходимо наличие следующих программно-технических средств и ресурсов, представленных в табл. 1.

Использование АИС «ЛЭД» ориентировано на различных пользователей. Специалисту-математику она позволяет заносить матрично-числовую информацию и корректировать математические модели в форме (1)–(2), а также контролировать корректность внесения информации, а конечному пользователю – экономисту-аналитику – в удобном режиме создавать собственную конфигурацию бизнес-проектов (выделяя блоки характеристик активов, продукции, внешнего окружения проекта, финансовый блок и т.п.) и заносить входную статистическую и экспертную информацию. Указанные свойства, по сути, превращают АИС «ЛЭД» в систему поддержки принятия инвестиционных, производственных и финансовых решений. Основным аналитическим инструментом АИС «ЛЭД» является блок анализа графической информации, позволяющий представлять результаты расчетов в виде совокупностей графиков многопараметрических зависимостей, одновременно получаемых на нескольких графических полях (от одного до девяти). Тестирование АИС «ЛЭД» проводилось при различных размерностях n, T^0. Используемая версия симплекс-метода давала устойчивые расчеты в следующих максимальных диапазонах их значений: 1) $n = 1 \div 2$, $T^0 \le 100$; 2) $n = 3 \div 5$, $T^0 \le 30$; 3) $n \ge 6$, $T^0 \le 10$, что позволяло решать большинство прикладных задач экономического анализа реальных инвестиционно-производственных проектов. При этом длительность самых объемных расчетов не превышала нескольких секунд.

Для краткой иллюстрации работы АИС «ЛЭД» рассмотрим численный эксперимент с представленными в табл. 2 входными параметрами модели развития некоторой региональной экономической системы.

Таблица 1

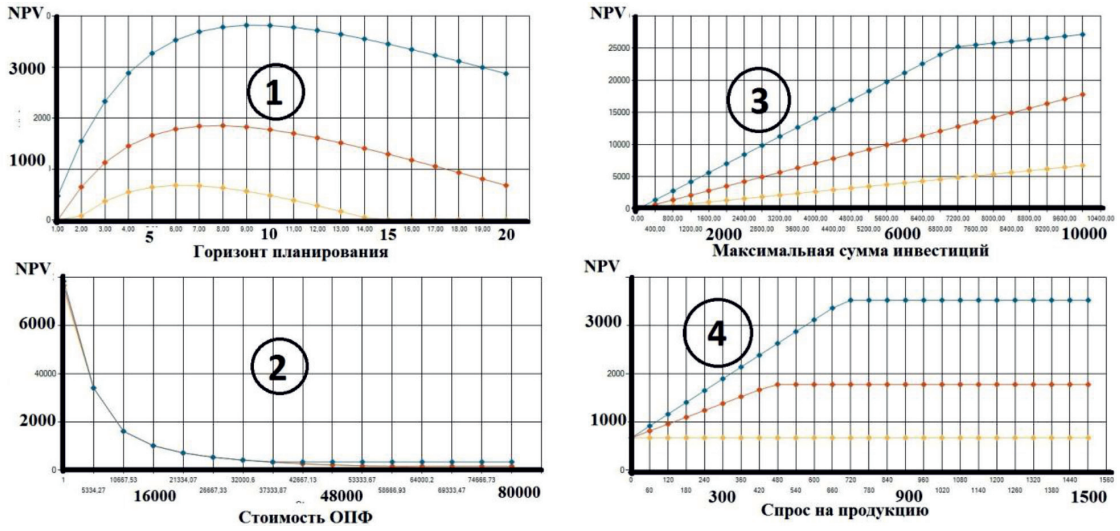
Программно-технические требования к использованию АИС «ЛЭД»

Наименование	Требования
Операционная система	Windows 7/8/ Server 2008/ Server 2012
Процессор	от 1,6 ГГц и выше
Оперативная память	1ГБ
Видеокарта	Видеоадаптер, соответствующий стандарту DirectX 9 и поддерживающий разрешение экрана 1024 x 768 или выше
Устройства взаимодействия с пользователем	Мышь, клавиатура
Дополнительные программы	NET Framework не ниже версии 4.0, MS Office – для формирования отчетов

Таблица 2

Параметры инвестиционного проекта

№ п/п	Описание параметра	Единица измерения	Значение параметра
1	Количество видов продукции	шт	1
2	Стоимость комплекта основных производственных фондов (ОПФ)	Денежная единица / комплект ОПФ	Var: 40; 70; 100
3	Цена единицы продукции	Денежная единица / единица продукции	0,35
4	Срок службы комплекта ОПФ	лет	10
5	Производительность комплекта ОПФ	единица продукции / комплект ОПФ	100
6	Спрос $q(t)$ на продукцию в моменты $t = 1, 2, 3, 4, 5$	Денежная единица	3; 5; 2; 3; 5
7	Доля оплаты труда в сумме производственных затрат	–	0,15
8	Ставка налога на добавленную стоимость	–	0,2
9	Ставка налога на имущество	–	0,02
10	Ставка налога на прибыль	–	0,2
11	Ставка страховых взносов	–	0,3
12	Максимальная сумма инвестиций	Денежная единица	100
13	Горизонт планирования	лет	10
14	Ставка дисконтирования	–	0,3



Графики зависимостей NPV от горизонта планирования (1), стоимости ОПФ (2), максимальной суммы инвестиций (3) и спроса на продукцию (4) при варьировании параметра стоимости ОПФ (оптимистический, базовый и пессимистический сценарии)

На рисунке представлены серии графиков, полученных в среде АИС «ЛЭД», отражающих чистую приведенную стоимость (NPV) проекта в зависимости от интересующих исследователя параметров. Приведенные группы графиков, отражаемых одновременно на четырех независимых графических полях (максимальное количество графических полей в системе – девять), в частности, иллюстрируют зависимости *NPV* от ряда ключевых параметров инвестиционного проекта при варьировании некоторого, заранее выбранного параметра (в данном случае, стоимости комплекта ОПФ).

АИС «ЛЭД», наряду с пакетом [6], используется при расчете ряда инвестиционных проектов стратегического планирования [2], бизнес-проектов малого и среднего бизнеса, оценки эффективности проектов производственного, финансового, коммерческого и управленческого содержания.

Заключение

АИС «ЛЭД» является удобным инструментом поддержки принятия решений при анализе проектов планирования и прогнозирования экономической деятельности различных инвестиционно-производственных структур в форме оптимизационных задач линейной экономической динамики с дисконтированием коэффициентов в критериях, а его графоаналитический инструментарий позволяет исследователю проводить многопараметрический анализ получаемых результатов, интерпретировать и оценивать их содержательную адекватность, на основании чего принимать эффективные инвестиционные, производственные и финансовые решения, зная при этом, что они соответствуют максимально возможным значениям критериев эффективности развития предприятия.

Список литературы

1. Гурман В.И., Матвеев Г.А., Трушкова Е.А. Социо-эколого-экономическая модель региона в параллельных вычислениях // Управление большими системами: сборник трудов. 2011. № 32. С. 109–130.

2. Горбунов М.А., Медведев А.В., Победаш П.Н., Смольянинов А.В. Оптимизационный пакет прикладных программ «Карма» и его применение в задачах бизнес-планирования // Фундаментальные исследования. 2015. № 4. С. 42–47.

3. Габасов Р., Кириллова Ф.М. О некоторых проблемах оптимального управления в реальном времени линейными стационарными системами // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Математика». 2019. Т. 27. С. 15–27.

4. Апалькова Т.Г., Мищенко А.В. Методы и модели оценки эффективности управления производственно-финансовой деятельностью в промышленной логистике // Логистика и управление цепями поставок. 2016. № 2 (73). С. 8–27.

5. Целых А.Н., Целых Л.А., Стаханов Д.В. Система поддержки принятия инвестиционных решений в малом бизнесе // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. № 6 (143). С. 166–173.

6. Программа для решения многошаговой задачи линейного программирования методом последовательных приближений («Линейная динамика») / Программа для ЭВМ. Свидетельство о регистрации в Роспатенте № 2004611491 от 17.06.2004. Правообладатели: А.В. Медведев, П.Н. Победаш.

УДК 004.021:656.11:51-7

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА С ВЫЗЫВНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Наумова Н.А.

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

Оценка потерь времени на регулируемых пешеходных переходах является актуальной темой исследования в настоящее время. Важной задачей является разработка модели движения транспорта и пешеходов на регулируемом переходе, дающая результат приемлемой точности при минимально возможном количестве исходных данных, которые могут быть получены автоматизированно в режиме реального времени. При мезоскопическом моделировании поток автотранспорта на каждой из полос представлен как поток Пальма, интервалы по времени между которыми подчиняются обобщенному закону Эрланга. Направленное движение пешеходов к переходу с вызывным устройством представлено как случайный поток кластеров. Для разделения пешеходов на кластеры использовалась иерархическая агломеративная процедура. Основной признак для объединения объектов в кластеры – расстояние между соседними пешеходами и расстояние до центра кластера. Разработан алгоритм формирования кластеров пешеходного потока в определенный момент времени. Разработан метод и алгоритм обработки данных с видеодетектора для получения параметров распределения пешеходного потока. Приведен алгоритм обработки данных видеосъемки автотранспортных потоков для получения параметров распределения обобщенного закона Эрланга, характеризующего транспортные потоки на отдельных полосах движения.

Ключевые слова: транспортные потоки, пешеходное движение, математическая модель, статистическая обработка данных, переход с вызывным устройством

THE ALGORITHM FOR DETERMINING THE INITIAL DATA FOR MODELING A PEDESTRIAN CROSSING WITH CALLING DEVICE

Naumova N.A.

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

Estimation of the time lost to regulated pedestrian crossings of obvious dark studies at present. An important condition is the development of models of traffic and pedestrians with adjustable transition, the result of which is acceptable accuracy with the minimum possible amount of source data that can be obtained automatically in real time. In mesoscopic modeling, the flow of vehicles on each of the lanes is presented as the Palm flow, the time intervals between which are subject to the generalized Erlang law. The directional movement of pedestrians to the transition with a calling device is presented as an occasional flow of clusters. A hierarchical agglomerative procedure was used to divide pedestrians into clusters. The main feature for combining objects into clusters is the distance between adjacent pedestrians and the distance to the center of the cluster. An algorithm for forming pedestrian flow clusters at a specific point in time has been developed. A method and algorithm for processing data from a video detector for obtaining parameters for the distribution of a pedestrian flow have been developed. An algorithm for processing the data of the filming of traffic flows to obtain the distribution parameters of the generalized Erlang law, which characterizes traffic flows in individual lanes, is presented.

Keywords: traffic flows, pedestrian movement, mathematical model, statistical data processing, pedestrian crossing with calling device

Оценка потерь времени на регулируемых пешеходных переходах является актуальной темой исследования в настоящее время. В силу увеличения интенсивности как транспортных, так и пешеходных потоков в городах количество регулируемых пересечений увеличивается и их влияние на суммарные затраты на передвижение транспорта и пешеходов также растет [1]. Как правило, среднее время на пересечение пешеходного перехода по различным методикам их вычисления складываается из времени ожидания возможности продолжить движение и времени, необходимого для непосредственного пересечения перехода. Методы расчета зависят от выбранного метода моделирования потоков транспорта и пешехода, а также от целей, для которых в дальнейшем будет применен данный аналитический инструмент.

Моделирование транспортных потоков развивается с середины прошлого столетия. Разработано большое количество моделей, разнообразных по степени детализации данных. В последнее время их классифицируют на макроскопические, мезоскопические и микроскопические. Пешеходным потокам внимание стали уделять значительно позже. Однако сейчас потребность в его моделировании существует в различных отраслях экономической и социальной политики. Прогнозирование поведения людей требуется при проведении массовых мероприятий, при строительстве зданий и со-

оружений для составления плана эвакуации людей в случае чрезвычайных ситуаций, при проектировании транспортной сети города, края или области для оптимизации перевозки пассажиров и грузов. В разных случаях требуется разная степень детализации и точности модели. Поэтому разработаны и продолжают разрабатываться модели пешеходных потоков, отвечающие тем или иным требованиям.

Актуальной задачей является разработка модели движения транспорта и пешеходов на регулируемом переходе, дающая результат приемлемой точности при минимально возможном количестве исходных данных, которые могут быть получены автоматизированно в режиме реального времени.

Цель работы: разработка метода сбора и обработки исходных данных для мезоскопической модели движения транспорта и пешеходов на регулируемом переходе, разработанной автором.

Материалы и методы исследования

Существующие модели пешеходных потоков можно ранжировать на макромодели, мезомодели и микромодели [2–4]. В случае направленного движения пешеходов к переходу удобно применять модели, описывающие поток как случайный процесс с помощью случайных функций. Такую степень детализации данных можно отнести к мезоскопической.

В модели TIMeR_Mod, разработанной автором [5], автотранспортный поток описывается как поток Пальма, интервалы по времени между которыми подчиняются обобщенному закону Эрланга. Это достаточно универсальное многопараметрическое статистическое распределение, которое при соответствующем подборе параметров позволяет описать потоки различной плотности. Однако полностью скопировать предположения, выдвинутые при моделировании транспортного потока, на поток пешеходный не представляется возможным.

Для получения исходных данных модели пешеходного перехода с вызывным устройством необходимо по результатам видеосъемки вычислить параметры пешеходного потока и транспортных потоков на каждой из полос для движения, прибывающих к переходу. С этой целью будем использовать методы статистического анализа, кластерный анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Описание модели движения пешеходного потока

Рассмотрим вызывное устройство, расположенное вблизи такого «источника» пешеходного потока, как остановка общественного транспорта, кинотеатр, учебное заведение и т.п. В этом случае потоки пешеходов состоят из кластеров, движущихся в данном направлении (рис. 1). Каждый кластер характеризуется тем, что достаточно одного нажатия кнопки вызывного утройства, чтобы все успели пересечь дорогу.

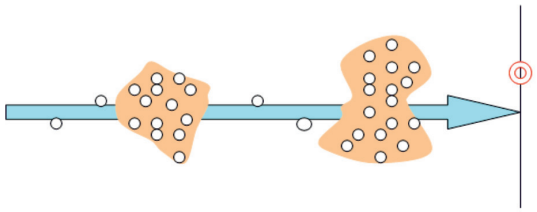


Рис. 1. Поток пешеходов к переходу с вызывным устройством

Поэтому целесообразно рассматривать такой поток не как поток отдельных пешеходов, а как поток кластеров. Считая поток распределенным по показательному закону, его интенсивность обозначим через $\lambda_{0p} = \frac{1}{T_{0p}}$, где T_{0p} – средний интервал (в секундах) по времени между подряд идущими событиями (в нашем случае, между следующими друг за другом кластерами).

Кластерный анализ данных для моделирования пешеходного движения

Основная задача кластерного анализа – разбить множество объектов на классы, однородность которых определяется по некоторым заданным признакам. Это многомерный статистический метод, который позволяет работать с данными значительного объема и учитывать одновременно несколько n признаков, характеризующих объекты [6]. Объекты представляют как точки в n-мерном пространстве, а однородность определяют по расстоянию между этими точками. Расстояние в общем случае можно вводить разными способами, главное, правильно подобрать масштаб по каждой из осей. С этой целью нормируют данные. В качестве расстояния можно выбрать, например, линейное, евклидово, квадрат евклидова расстояния, обобщенное степенное расстояние Минковского, расстояние Чебышева, Манхэттенское расстояние. Методы разбиения на кластеры классифицируют как иерархические и неиерархические.

Основные этапы кластерного анализа следующие: формулировка проблемы; выбор способа измерения расстояния; выбор места кластеризации; принятие решения о количестве кластеров; интерпретация и профилирование кластеров; оценка достоверности кластеризации [7].

Для разделения пешеходов на кластеры будем использовать иерархическую агло-

мерativную процедуру, последовательно объединяя пешеходов в отдельные группы. Основной признак, по которому будем объединять объекты – расстояние между соседними пешеходами и расстояние до центра кластера. Кроме того, введем ограничение $D_{\max}$ на диаметр кластера и D_{free} на расстояние между соседними объектами. Константу $D_{\max}$ определяют при калибровке модели к конкретному переходу. Она определяется из условия гарантированного перехода через дорогу всех объектов в кластере за один цикл при известных параметрах: средней скорости отдельного пешехода и ширине проезжей части. Константа D_{free} определяет движение пешехода вне кластера.

Возможны два подхода к автоматизированному сбору данных. В *первом случае* в данный момент времени снимаются показания с видеодетектора о месторасположении объектов и фиксируются их декартовы координаты на плоскости *Oxy*: (x_i, y_i). Тогда расстояние между двумя объектами d_{ij} находим как обычное Евклидово расстояние:

$$d_{ij} = \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2}. \qquad (1)$$

Объекты объединяются в один кластер, если расстояние от объекта до центра кластера не превышает $D_{\max}/2$, и внутри круга радиусом D_{free} находится хотя бы один объект формируемого кластера. При добавлении нового объекта в кластер пересчитывается диаметр и центр кластера. Диаметр *dc* – это расстояние между двумя наиболее удаленными объектами, а центр – координаты середины диаметра.

Во *втором случае* для каждого момента времени снимается только координата x_i, отражающая проекцию объекта на ось направления движения. Тогда расстояние d_{ij} между двумя объектами равно

$$d_{ij} = \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2} = \left|x_i - x_j\right|. \qquad (2)$$

Диаметр в данном случае равен наибольшему расстоянию между проекциями объектов на ось направления движения (рис. 2).

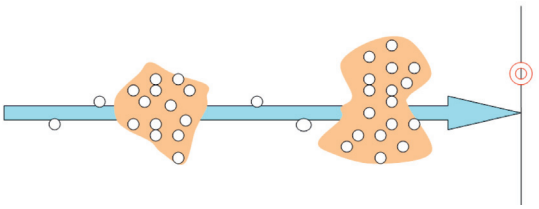


Рис. 2. Диаметр кластеров при моделировании пешеходного потока

При моделировании движения на подходах к пешеходному переходу задействуется для снятия показаний небольшой участок,который можно аппроксимировть прямой линией. В противном случае, если направление движения представляет собой кривую линию и аппроксимация ее прямой нерациональна, тогда в качестве координат берут проекции точек на кривую. Расстояние d_{ij} рассчитывается как длина дуги кривой, на которую проецируются точки.

В условиях данной модели второй случай формирования кластеров предпочтительнее. Исходя из поведения пешеходов, важна их удаленность от перехода вдоль направления движения. Пешеходы, выстроившиеся в «узкий», но «широкий» кластер, начинают движение по переходу одновременно.

Алгоритм обработки данных для пешеходного потока

Плотность распределения показательного закона распределения случайной величины имеет вид

$$f(t) = \lambda_{0p} \cdot e^{-\lambda_{0p} t}. \qquad (3)$$

Он является однопараметрическим и применим для потоков с небольшой интенсивностью [8]. При разбиении пешеходного потока на кластеры мы можем им воспользоваться. Для получения значения параметра λ_{0p} показательного закона требуется по экспериментальным данным определить средний интервал по времени между подряд идущими событиями T_{0p}. Тогда $\lambda_{0p} = \frac{1}{T_{0p}}$.

При организации эксперимента необходимо получить следующие измерения: интервалы по времени Δt_i между последовательными прибытиями центров кластеров пешеходного потока к данной точке пространства на подходах к пешеходному переходу. Тогда выборочное среднее:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta t_i}{n}, \qquad (4)$$

где n – количество измерений, а $T_{0p} \approx \bar{t}$.

Алгоритм обработки данных для пешеходного потока:

1) в момент времени $s = t_1$ фиксируем координаты x_i проекций точек (пешеходов) на ось направления движения;

2) проводим разбиение на кластеры (рис. 3):

2.1) располагаем точки по возрастанию координат x_i;

2.2) вычисляем расстояние от точки $x^* = x_N$ с наибольшей координатой до соседней;

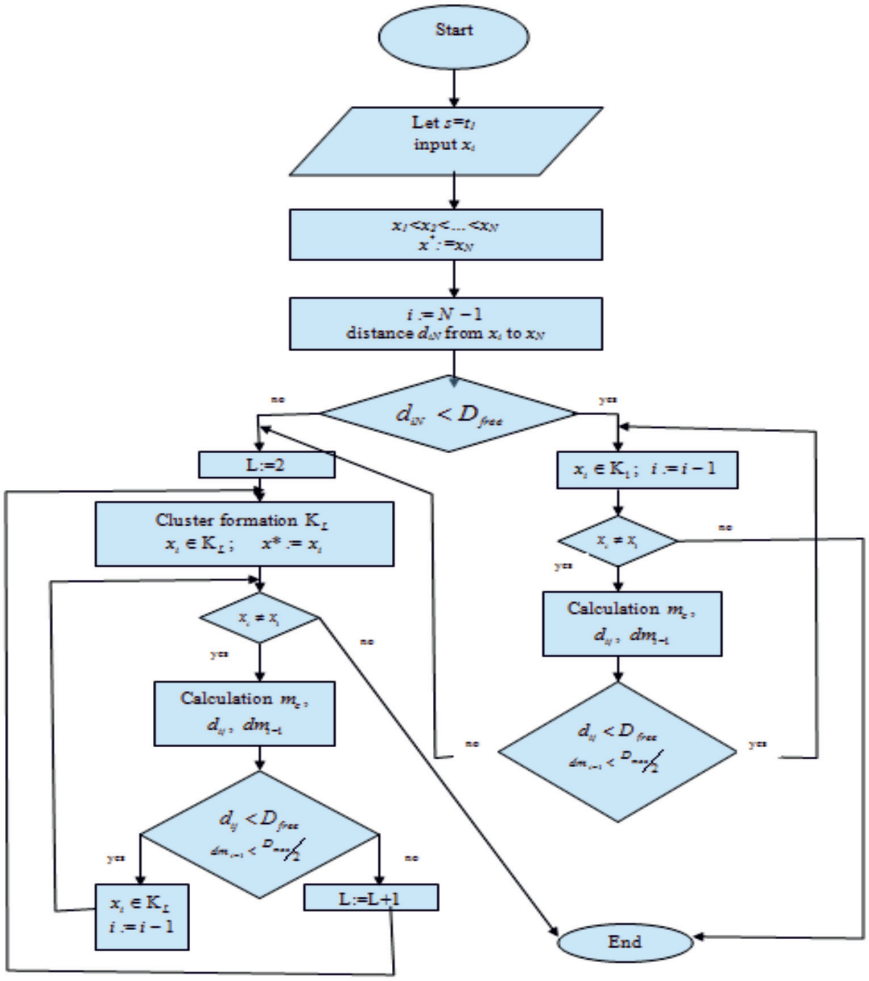


Рис. 3. Алгоритм формирования кластеров пешеходного потока в определенный момент времени

2.3) если расстояние $d_{ij} < D_{free}$, объединяем точки в один кластер;

2.4) находим центр кластера m_c как середину отрезка между точками;

2.5) находим расстояние d_{ij} от последней включенной в кластер точки x_i до следующей по убыванию x_{i-1} и расстояние dm_{i-1} от точки x_{i-1} до центра кластера m_c;

2.6) если оба условия $d_{ij} < D_{free}$ и $dm_{i-1} < D_{\max}/2$ выполнены, включаем точку x_{i-1} в текущий кластер;

2.7) находим центр кластера как середину отрезка между x_{i-1} и x^*: $m_c = \dfrac{x^* + x_{i-1}}{2}$;

2.8) если хотя бы одно из условий пункта 2.6 текущего алгоритма не выполнено, включаем точку x_{i-1} в новый кластер и считаем для нового кластера $x^* = x_{i-1}$;

2.9) повторяем пункты 2.5–2.8 до тех пор, пока все данные для момента времени $s = 1$ не будут разбиты на кластеры;

3) фиксируем координату центра первого кластера на оси направления движения $X_{control}$;

4) фиксируем момент времени $s = t_2$, когда центр второго кластера достигает точки $X_{control}$;

5) вычисляем $\Delta t_1 = t_2 - t_1$;

6) повторяем пункты 2–5 для момента времени $s = t_2$ необходимое количество n раз;

7) вычисляем $\bar{t} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} \Delta t_i}{n}$.

Получение и обработка данных для автотранспортного потока

Определение параметров распределения Эрланга для автотранспортного потока подробно описано, например, в работе автора [5]. Для их расчета необходимо получить экспериментальные данные о величине интервалов по времени между подряд идущими транспортными средствами в потоке, фиксируя их прибытие к данной точке доро-

ги. Распределение Эрланга является многопараметрическим. Для получения оценки этих параметров по данным эксперимента рассчитываются $\overline{x}_{\text{в}}$ – выборочная средняя случайной величины T – интервалов между следующими подряд по одной полосе автомобилями; $\overline{x}_{\text{в}}^2$ – выборочная средняя случайной величины T; $\sigma_{\text{в}}^2$ – выборочная дисперсия случайной величины T.

В первую очередь вычисляется значение $k^* = \frac{\overline{x}_{\text{в}}^2}{\hat{s}^2}$ и находится ближайшее целое число, большее k*:

$$k = [k^*] + 1. \qquad (5)$$

Экспериментально доказано, что начение параметра k не превышает четырех.

Считая, что $\lambda_i = x \cdot \lambda_{i-1}$, $i \geq 1$, остальные значения параметров распределения были рассчитаны с помощью метода моментов.

При $k = 1$ получем показательный закон, для которого $\lambda_0 = \frac{1}{\overline{x}_{\text{в}}}$.

При $k = 2$:

$$\lambda_0 = \frac{2}{\overline{x}_{\text{в}} + \sqrt{2(\sigma_{\text{в}})^2 - (\overline{x}_{\text{в}})^2}},$$

$$x = \frac{\sqrt{k^*} + \sqrt{2 - k^*}}{\sqrt{k^*} - \sqrt{2 - k^*}}. \qquad (6)$$

При $k = 3$:

$$x = \frac{(k^* + 1) \pm \sqrt{(-k^* + 3) \cdot (3k^* - 1)}}{2 \cdot (k^* - 1)},$$

$$\lambda_0 = \frac{x^2 + x + 1}{x^2} \cdot \frac{1}{\overline{x}_{\text{в}}}. \qquad (7)$$

При $k = 4$:

$$y = \frac{(\sigma_{\text{в}})^2 + \sqrt{\left((\overline{x}_{\text{в}})^2 - (\sigma_{\text{в}})^2\right)^2 + (\overline{x}_{\text{в}})^4}}{(\overline{x}_{\text{в}})^2 - (\sigma_{\text{в}})^2},$$

$$x = \frac{y \pm \sqrt{y^2 - 4}}{2}, \quad \lambda_0 = \frac{(x^2 + 1)(x + 1)}{x^3} \cdot \frac{1}{\overline{x}_{\text{в}}}. \qquad (8)$$

Замечание: если $k^* = \frac{\overline{x}_{\text{в}}^2}{\hat{s}^2}$ – целое число, то для всех $k \in \{2, 3, 4\}$ получим значение $x = 1$, а следовательно, все λ_i совпадают. В этом случае получим специальное распределение Эрланга или, иначе, «распределение Эрланга». Тогда параметры распределения находятся по следующим формулам:

$$\lambda^* = \frac{\overline{x}_{\text{в}}}{\hat{s}^2}, \quad k^* = \frac{\overline{x}_{\text{в}}^2}{\hat{s}^2}. \qquad (9)$$

Заключение

Разработанная автором модель движения автомобильного транспорта и пешеходов через регулируемое пересечение требует исходных данных, которые возможно снимать и обновлять автоматизированно с помощью видеодетекторов. Развитие компьютерных и информационных технологий делает возможным обновление этих данных в режиме онлайн. Этот факт позволяет использовать разработанную мезоскопическую модель в Интеллектуальных транспортных системах для прогнозирования изменения задержек пешеходов и автотранспорта с течением времени.

Список литературы

1. Куликов А.В., Фирсова С.Ю., Горина В.В. Совершенствование пассажирских перевозок в центральной части города Волгограда // Известия ВолгГТУ. Сер. Наземные транспортные системы. 2015. Т. 10. № 4 (162). С. 78–83.

2. M. Di Francesco, Marcovich P.A., Pietschmann J.F., Wolfram M.T. On the Hughes' model for pedestrian flow: The one-demansional case. J. Differentional Equations. 2011. V. 250 (3). P. 1334–1362.

3. Jiang Y., Zhang P. Modelling and simulation of pedestrian flow throw hidrodynamic. Procedia Engineering. 2012. V. 31. P. 1039–1044.

4. Johansson F. Microscopic Modelling and Simulation of Pedestrian Traffic. Lincoping University Department of Scince and Technology. Lincoping, Sweden, 2013. P. 119.

5. Наумова Н.А. Теоретические основы и методы автоматизированного управления транспортными потоками средствами мезоскопического моделирования: дис. … докт. техн. наук: 05.22.10. Краснодар, 2015. 331 с.

6. Олдендерфер М.С., Блэшфилд Р.К. Кластерный анализ // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ.; Под. ред. И.С. Енюкова. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.

7. Наследов А.Д. IBM SPSS 20 Statistics и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. Практическое руководство. СПб.: Питер, 2013. С. 416.

8. Данович Л.М., Наумова Н.А., Булатникова И.Н., Карачанская Т.А., Коренева О.В., Бочарова-Лескина А.Л., Чубырь Н.О., Егоров Ю.В., Стягун Д.И. Методы математического моделирования технических и технологических процессов: учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. техн. ун-т, 2018. 236 с.

УДК 004.62

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКОВ ВНЕДРЕНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Разумников С.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, Юрга, e-mail: demolove7@inbox.ru

Каждый ответственный ИТ-руководитель в первую очередь интересуется безопасностью приложений и данных в облаке. Безопасность обеспечивается, если применяются соответствующие технологии и средства управления. Рассматриваются методы качественной и количественной оценки рисков при переходе к облачным технологиям. Выявлены главные составляющие при оценке рисков. В статье предлагается нечеткая модель оценки рисков внедрения облачных технологий. В работе подробно описана задача нечеткого оценивания, в основе которой лежит аппарат нечетких множеств. Обусловлено применение нечетких множеств тем, что риски приходится оценивать в условиях неопределенности и неточности информации, однако иметь представление о возможных рисках и их последствиях крайне важно. Это позволит увидеть наглядные последствия при заданных вероятностях рисков. В модели сформированы три важных лингвистических переменных: вероятность угрозы, вероятность уязвимости и размер ущерба, на основе которых определяется обобщенный интегральный риск использования облачного ИТ-сервиса по правилам дедуктивного логического вывода. Приводится подробный пример по расчету риска внедрения облачных технологий. Использование данной модели позволит выявить лучшие варианты использования проектов облачных вычислений с точки зрения рисков и информационной безопасности.

Ключевые слова: нечеткая модель, оценка, риски, информационная безопасность, облачные технологии

FUZZY MODEL OF EVALUATION OF RISKS OF INTRODUCING CLOUD TECHNOLOGIES WHEN FORMING A SECURITY SYSTEM

Razumnikov S.V.

Yurga Technological Institute (branch) of the National Research Tomsk Polytechnic University, Yurga, e-mail: demolove7@inbox.ru

Each responsible IT leader is primarily interested in the security of applications and data in the cloud. Safety is ensured if appropriate technologies and controls are used. Methods of qualitative and quantitative risk assessment during the transition to cloud technologies are considered. The main components in the risk assessment are identified. The article proposes a fuzzy model for assessing the risks of implementing cloud technologies. The paper describes in detail the fuzzy estimation problem, which is based on the apparatus of fuzzy sets. The use of fuzzy sets is due to the fact that risks have to be assessed in the conditions of uncertainty and inaccuracy of information, however, it is extremely important to have an idea of the possible risks and their consequences. This will allow you to see visual consequences for given risk probabilities. Three important linguistic variables are formed in the model: the probability of a threat, the probability of vulnerability, and the amount of damage, on the basis of which the generalized integral risk of using a cloud IT service is determined according to the rules of deductive inference. A detailed example is given of calculating the risk of implementing cloud technologies. Using this model will reveal the best options for using cloud computing projects in terms of risks and information security.

Keywords: fuzzy model, assessment, risks, information security, cloud technologies

Перенос приложений в облако – важная и серьезная задача, требующая изменения способа работы предприятия и ИТ-инфраструктуры [1]. Одной из главных составляющих переноса является безопасность приложений и данных в облаке.

Безопасность облака существенно отличается, например, от безопасности банка: владелец приложения и данных должен активно участвовать в ее обеспечении. В [2] рассмотрено, на что следует обратить внимание и для чего выделить ресурсы при формировании системы безопасности использования облачных вычислений.

Цель работы: создать модель оценки риска использования облачных ИТ с возможностью определить лучшие проекты с минимальным риском использования.

Оценка риска перехода к облачным ИТ

Для обеспечения оптимального размещения средств защиты информации необходимо провести оценку рисков перехода к облаку.

Для определения уровня риска необходимо комбинировать две величины: вероятность события и размер его последствия. Такое событие будет заключаться в осуществлении угрозы, которая использует уязвимости актива [3, 4].

Под информационной безопасностью понимают определенные свойства информации, такие как доступность, конфиденциальность, целостность. Также к информационной безопасности относят еще аутентичность и неотказуемость.

Нарушение системы информационной безопасности наносит ущерб предприятию. Величина такого ущерба определяет ценность информационного актива для предприятия. Оценка рисков перехода к облачным вычислениям включает идентификацию и оценку значимости активов, последствий для бизнеса, идентификацию и оценку уязвимостей и угроз, комбинирование этих факторов для того, чтобы определить уровень риска в качественных и количественных величинах [5, 6].

Качественная оценка риска. В табл. 1 представлен пример матрицы, по которой можно определить значение риска. Она формируется по результатам изучения вероятности по развитию сценария инцидента, и рассматривается его влияние на бизнес. В этой матрице по горизонтали будем откладывать качественные показатели реализации угрозы (вероятности появления инцидента). По вертикали укажем качественный уровень ущерба, то есть влияние его на бизнес. Риск будем оценивать по шкале в заданном диапазоне от 0 до 8, и в соответствии с критериями риска, т.е. сравниваться с максимально допустимым уровнем риска. В качестве его может быть выбрано, например, значение 3. Значение риска, равное 0, будет соответствовать очень низкой вероятности инцидента, а также очень низкому влиянию этого инцидента на бизнес. Максимум, который будет равен 8, будет соответствовать очень высокой вероятности инцидента. И высокому влиянию на бизнес. Такую шкалу рисков сведем к общему рейтингу риска. К примеру, низкий риск будет соответствовать значениям от 0 до 2, средний – от 3 до 5, высокий – от 6 до 8 [7].

Вероятность сценария инцидента может быть представлена в свою очередь уровнем уязвимости и вероятностью осуществления угрозы. Комбинируя уязвимости и угрозу, можно получить сценарий инцидента. Чтобы определить значение вероятности инцидента, можно воспользоваться следующей матрицей (табл. 2) [7].

После нахождения величины риска важно проранжировать их для нахождения приоритетов по их обработке. Можно использовать таблицу для вероятности инцидента с возможным ущербом. Вероятностью будет являться причина инцидента, состоящая из угрозы и уязвимости. Вначале оценивается ущерб по определённой шкале, например от 1 до 5 по каждому анализируемому объекту (2-й столбец в табл. 1). Далее, на втором шаге оценивают вероятность наступления инцидента, также по определённой шкале, например от 1 до 5 (3-й столбец в табл. 1). На третьем шаге находим величину риска, перемножив 2-й и 3-й столбцы. В итоге инциденты могут быть проранжированы по критичности для бизнеса. За 1 приняты самая низкая вероятность и самый низкий ущерб. В табл. 3 представлено ранжирование инцидентов по величине рисков [7].

Данные способы качественной оценки рисков относятся к табличным методам. Настройкой соответствующих шкал должна заниматься сама организация. Любая качественная оценка, которая выражена числовыми значениями или словами «высокий», «средний», «низкий», должна соответствовать определенным диапазонам количественных оценочных величин.

Таблица 1

Шкала оценивания рисков

	Вероятность воздействия происшествия	Очень маловероятно (очень низкая)	Маловероятно (низкая)	Возможно (средняя)	Вероятно (высокая)	Часто (очень высокая)
Воздействие на работу	Очень низкое	0	1	2	3	4
	Низкое	1	2	3	4	5
	Среднее	2	3	4	5	6
	Высокое	3	4	5	6	7
	Очень высокое	4	5	6	7	8

Таблица 2

Шкала рисков

Вероятность угрозы	Низкая			Средняя			Высокая		
Уровни уязвимости	Низ.	Ср.	Выс.	Низ.	Ср.	Выс.	Низ.	Ср.	Выс.
Значение вероятности сценария инцидента	0	1	2	1	2	3	2	3	4

Таблица 3

Ранжирование происшествий по величине рисков

Происшествия	Стоимость ресурса (ущерб)	Вероятность появления	Величина риска	Категория происшествия
A	5	2	10	2
B	2	4	8	3
C	3	5	15	1
D	1	3	3	4

Количественная оценка риска. Количественно определить величину риска, связанного с конкретной угрозой информационной безопасности в отношении конкретного анализируемого объекта, можно по формуле

$$R = P_{соб} \times Y,$$

где R – величина риска, $P_{соб}$ – вероятность события, Y – размер ущерба.

$$P_{соб} = P_{угрозы} \times B_{уязв},$$

где $P_{угрозы}$ – вероятность угрозы, $B_{уязв}$ – величина уязвимости.

Таким образом, величина риска равна

$$R = P_{угрозы} \times B_{уязв} \times Y.$$

Для определения риска используют количественные значения, которые получают экспертным путем, при помощи прогнозирования, а также с использованием статистических данных. Значение ущерба определяют в денежных единицах. Значение величины уязвимости определяют в диапазоне от 0 до 1. Значение вероятности угрозы выражают целым положительным числом, соответствующего количеству попыток появления угрозы за выбранный период времени.

Чтобы найти риск, хорошо и наглядно применять годовой период. Тогда значение риска будет соответствовать прогнозным среднегодовым потерям предприятия в результате появления инцидентов. Потери предприятия выражают в основном в денежном эквиваленте, так как это самый универсальный инструмент измерения ценности. Не важно, какой был ущерб, материальный или нематериальный, его желательно сопоставить денежной величине.

Оценку рисков желательно и можно проводить на конкретном уровне детализации. Для определения более точных оценок риска все его составляющие компоненты можно разложить на более мелкие. Это позволит более детально изучить состав риска. А также, наоборот, можно сгруппировать для нахождения обобщенной оценки.

Исходя от уровня детализации, для одного предприятия могут рассматриваться огромное количество рисков информационной безопасности при использовании облачных технологий. Сначала следует начинать с высокоуровневого оценивания рисков, который будет соответствовать наиболее низкому уровню детализации, постепенно повышая детализацию при необходимости. Более детализированная оценка рисков для принятия обоснованных решений по их обработке необходима, когда высокоуровневая оценка не предоставляет достаточно информации.

Разработка нечеткой модели оценки риска

Согласно порядку выполнения построения нечеткой модели [8] выполним необходимые шаги для построения нечеткой модели для каждой переменной.

Для начала опишем задачу нечеткого оценивания. В нашем примере объект исследования – переход на облачные технологии. Для данного объекта будут следующие свойства: Вероятность угрозы, Вероятность уязвимости, Размер ущерба. Базовое множество для размера ущерба – значение в рублях, для вероятностей – значение вероятности в диапазоне [0–1] или в %. Для всех трех свойств будут соответствующие лингвистические переменные со значениями («низкий», «средний», «высокий»).

Для каждого из значений лингвистических переменных построим функции принадлежности и представим в виде трапециевидного графика и затем зададим функции принадлежности в виде формул [9, 10].

Исходные данные показателей рисков для четырех вариантов использования облака приведены в табл. 4.

Таблица 4

Исходные данные для показателей рисков использования облака

Компоненты величина риска	Значения компонентов для расчета величины риска			
	I	II	III	IV
Вероятность угрозы	3	2	5	4
Вероятность уязвимости	0,1	0,3	0,15	0,2
Размер ущерба	255	320	170	560

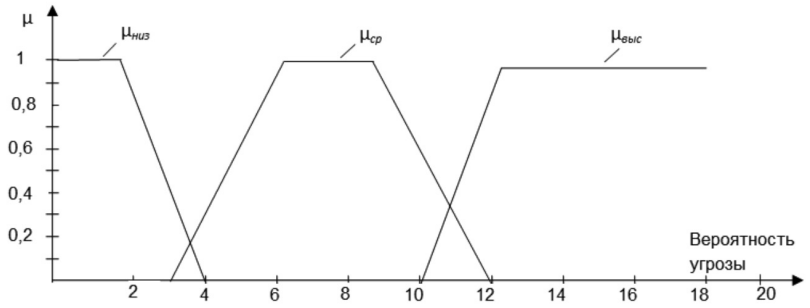


Рис. 1. График функции принадлежности для переменной «Вероятность угрозы»

Лингвистическая переменная «Вероятность угрозы». График функции принадлежности для переменной «Вероятность угрозы» («низкий», «средний», «высокий») представлен на рис. 1.

Формулы для трапециевидной функции принадлежности «Вероятность угрозы»:

$$\mu_{низ} = 1 \text{ при } x \le 2, \mu_{низ} = (4 - x)/(4 - 2) \text{ при } 2 < x \le 4, \mu_{низ} = 0 \text{ при } x \ge 4,$$

$$\mu_{ср} = 0 \text{ при } x \le 3 \text{ и при } x \ge 12, \mu_{ср} = (x - 3)/(6 - 3) \text{ при } 3 < x < 6,$$

$$\mu_{ср} = 1 \text{ при } 6 \le x \le 9, \mu_{ср} = (12 - x)/(12 - 9) \text{ при } 9 < x < 12,$$

$$\mu_{выс} = 0 \text{ при } x \le 10, \mu_{выс} = (x - 10)/(12 - 10) \text{ при } 10 < x < 12, \mu_{выс} = 1 \text{ при } x \ge 12.$$

Далее определим нечеткие значения лингвистической переменной для четырех вариантов сценария, подставив базовые значения в формулы функций принадлежности.

$$x_1 - A = 3 \text{ (I вариант)}; \mu_{низ} = (4 - 3) / (4 - 2) = 0{,}5; \mu_{ср} = 0. \mu_{выс} = 0.$$

$$x_2 - A = 2 \text{ (II вариант)}; \mu_{низ} = 1. \mu_{ср} = 0. \mu_{выс} = 0.$$

И так далее, результаты подстановки в формулы представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты расчетов для лингвистической переменной

Варианты	Значения лингвистической переменной «Вероятность угрозы»		
	$\mu_{низ}$	$\mu_{ср}$	$\mu_{выс}$
I (3)	0,5	0	0
II (2)	1	0	0
III (5)	0	0,67	0
IV (4)	0	0,33	0

Лингвистическая переменная «Величина уязвимости». График функции принадлежности для переменной «Величина уязвимости» («низкий», «средний», «высокий») представлен на рис. 2.

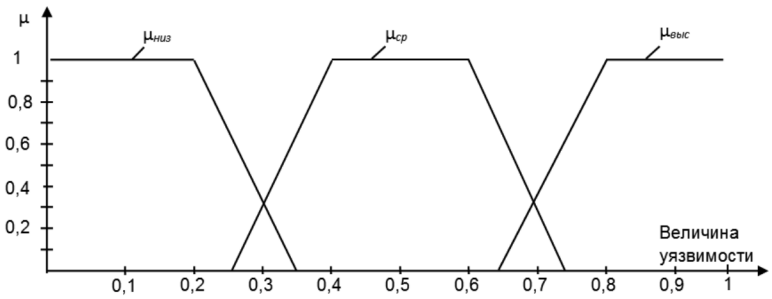


Рис. 2. График функции принадлежности для переменной «Вероятность уязвимости»

Формулы для трапециевидной функции принадлежности «Величина уязвимости»:

$\mu_{низ} = 1$ при $x \le 2$, $\mu_{низ} = (0{,}35 - x)/(0{,}35 - 0{,}2)$ при $0{,}2 < x \le 0{,}35$, $\mu_{низ} = 0$ при $x \ge 0{,}35$,

$\mu_{ср} = 0$ при $x \le 0{,}25$ и при $x \ge 0{,}75$, $\mu_{ср} = (x - 0{,}25)/(0{,}4 - 0{,}25)$ при $0{,}25 < x < 0{,}4$,

$\mu_{ср} = 1$ при $0{,}4 \le x \le 0{,}6$, $\mu_{ср} = (0{,}75 - x)/(0{,}75 - 0{,}6)$ при $0{,}6 < x < 0{,}75$,

$\mu_{выс} = 0$ при $x \le 0{,}65$, $\mu_{выс} = (x - 0{,}65)/(0{,}8 - 0{,}65)$ при $0{,}65 < x < 0{,}8$, $\mu_{выс} = 1$ при $x \ge 0{,}8$.

Далее определим нечеткие значения лингвистической переменной для четырех вариантов сценария, подставив базовые значения в формулы функций принадлежности. Результаты подстановки в формулы представлены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты расчетов для лингвистической переменной

Варианты	Значения лингвистической переменной «Величина уязвимости»		
	$\mu_{низ}$	$\mu_{ср}$	$\mu_{выс}$
I (0,1)	1	0	0
II (0,3)	0,33	0,33	0
III (0,15)	1	0	0
IV (0,2)	1	0	0

Лингвистическая переменная «Размер ущерба». График функции принадлежности для переменной «Размер ущерба» («низкий», «средний», «высокий») представлен на рис. 3.

Формулы для трапециевидной функции принадлежности «Размер ущерба»:

$\mu_{низ} = 1$ при $x \le 150$, $\mu_{низ} = (300 - x)/(300 - 150)$ при $150 < x \le 300$, $\mu_{низ} = 0$ при $x \ge 300$,

$\mu_{ср} = 0$ при $x \le 250$ и при $x \ge 650$, $\mu_{ср} = (x - 250)/(400 - 250)$ при $250 < x < 400$,

$\mu_{ср} = 1$ при $400 \le x \le 500$, $\mu_{ср} = (650 - x)/(650 - 500)$ при $500 < x < 650$,

$\mu_{выс} = 0$ при $x \le 550$, $\mu_{выс} = (x - 550)/(700 - 550)$ при $550 < x < 700$, $\mu_{выс} = 1$ при $x \ge 700$.

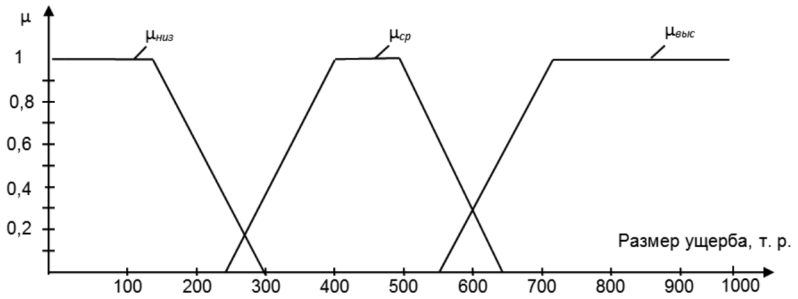


Рис. 3. График функции принадлежности для переменной «Размер ущерба»

Далее определим нечеткие значения лингвистической переменной для четырех вариантов сценария, подставив базовые значения в формулы функций принадлежности. Результаты подстановки в формулы представлены в табл. 7.

Таблица 7

Результаты расчетов для лингвистической переменной

Варианты	Значения лингвистической переменной «Размер ущерба»		
	$\mu_{низ}$	$\mu_{ср}$	$\mu_{выс}$
I (255)	0,33	0,03	0
II (320)	0	0,47	0
III (170)	0,87	0	0
IV (560)	0	0,6	0,07

Нечеткий вывод

X = {B1, B2, B3, B4} – варианты организации бизнес-процесса с использованием облачных ИТ-сервисов, характеризуемые лингвистическими переменными для расчета риска: *Вероятность угрозы ($P_{угрозы}$), Вероятность уязвимости (Руязв), Размер ущерба*: <'н' (низкий), 'с' (средний), 'в' (высокий) >.

Исходные значения всех этих переменных рассчитываются. В табл. 8 приведены рассчитанные сходные данные для трех переменных.

Таблица 8

Результаты расчетов для лингвистических переменных

Переменные	Варианты			
	B1	B2	B3	B4
Вероятность угрозы ($P_{угрозы}$)	н/0.5	н/1	с/0.67	с/33
Вероятность уязвимости ($P_{уязв}$)	н/1	н/0.33	н/1	н/1
Размер ущерба	н/0,33	с/0,47	н/0,87	с/0,6

Значения переменной «Риск использования облачного ИТ-сервиса» выводятся по правилам-продукциям на основе предыдущих показателей:

П1: If «$P_{угрозы}$» = 'н' & «$P_{уязв}$» = 'н' & «Размер ущерба» = 'н' then «$Риск_{исп}$» = 'н';

П2: If «$P_{угрозы}$» = 'н' & «$P_{уязв}$» = 'н' & «Размер ущерба» = 'с' then «$Риск_{исп}$» = 'с';

П3: If «$P_{угрозы}$» = 'с' & «$P_{уязв}$» = 'н' & «Размер ущерба» = 'н' then «$Риск_{исп}$» = 'н';

П4: If «$P_{угрозы}$» = 'с' & «$P_{уязв}$» = 'н' & «Размер ущерба» = 'с' then «$Риск_{исп}$» = 'с';

П5: If «$P_{угрозы}$» = 'с' & «$P_{уязв}$» = 'в' & «Размер ущерба» = 'в' then «$Риск_{исп}$» = 'в'.

Для B1 по правилу П1 выводим «$Риск_{исп}$» = 'н', T = min (0.5, 1, 0.33) = 0.33.

Для B2 по правилу П2 выводим «$Риск_{исп}$» = 'с', T = min (1, 3.33, 0.47) = 0.33.

Для B3 по правилу П3 выводим «$Риск_{исп}$» = 'н', T = min (0.67, 1, 0.87) = 0.67.

Для B4 по правилу П4 выводим «$Риск_{исп}$» = 'с', T = min (0.33, 1, 0.06) = 0.33

Таким образом, Вариант под № 3 имеет наименьший риск использования облачного ИТ-сервиса, соответственно, он самый лучший. На втором место B1, далее B4 и B2.

Заключение

В статье представлена нечеткая модель оценки рисков при внедрении облачных технологий, которая является вспомогательным инструментом при формировании системы безопасности. Она позволит выявить лучшие варианты с наименьшим риском использования таких технологий с учетом вероятностей угроз и уязвимостей, а также ущерба в случае возникновения таких угроз.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-07-00031 «Модели, алгоритмы и программное обеспечение системы поддержки принятия стратегических решений к переходу на облачные технологии».

Список литературы

1. Рахимбердиев А. Как создать облачный сервис и получить инвестиции // Infostart.ru [Электронный ресурс]. 2014. URL: http://infostart.ru/public/389683 (дата обращения: 11.09.2019).

2. Разумников С.В. Безопасность облака и управление им // Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов X Международной научно-практической конференции / ЮТИ. Томск: Изд-во ТПУ, 2019. С. 267–270.

3. Разумников С.В. Модель поддержки принятия решений о миграции корпоративных приложений в облачную среду // Научные труды Вольного экономического общества России. 2015. Т. 194. С. 490–502.

4. Разумников С.В. Оценка эффективности и рисков от внедрения облачных ИТ-сервисов // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–1. С. 33–38.

5. Сафонов А. Практическое применение методов и средств анализа рисков // Information Security/Информационная безопасность. 2010. № 3. С. 42–43.

6. Одегов С.В. Методика снижения рисков информационной безопасности облачных сервисов на основе квантифицирования уровней защищенности и оптимизации состава ресурсов: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.19. Санкт-Петербург, 2013. 107 с.

7. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками. [Электронный ресурс]. 2010. URL: http://xn----7sbab7afcqes2bn.xn--p1ai/content/soderzhanie (дата обращения: 11.09.2019).

8. Силич В.А., Силич М.П. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. Томск: Томский политехнический университет, 2010. 281 с.

9. Трофимова Л.А., Трофимов В.В. Методы принятия управленческих решений: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2012. 101 с.

10. Гладких Б.А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики. Ч. III. Теория решений: учеб. пособие. Томск: Изд-во НТЛ, 2012. 281 с.

УДК 519.23:629.05

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТЕЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ГЛОНАСС/GPS ПРИЕМНИКОВ

Скрыпник О.Н., Арефьев Р.А., Арефьева Н.Г.

Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации, Иркутск, e-mail: skripnikon@yandex.ru

Спутниковые радионавигационные системы глобального действия (GNSS), к которым относятся системы ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), находят широкое применение в различных сферах, в том числе в авиации. Удовлетворение все более высоких требований различных групп потребителей по точности и надежности позиционирования может быть обеспечено при решении навигационной задачи по всем видимым спутникам, принадлежащим различным системам. Эта функция реализована в комбинированных GNSS приемниках. При этом является актуальным исследование особенностей функционирования и характеристик погрешностей позиционирования комбинированных ГЛОНАСС/GPS приемников в различных условиях применения и режимах работы. В работе приведены результаты натурных экспериментов по исследованию характеристик точности позиционирования, выполненных с приемником Геос-1М. Эксперименты проводились в городских условиях и на открытой местности, в режимах работы приемника по ГЛОНАСС, GPS, а также в совмещенном ГЛОНАСС/GPS режиме. Анализ результатов экспериментов выполнен путем применения специализированного программного обеспечения и алгоритмов статистической обработки. Полученные результаты позволяют оценить основные статистические характеристики погрешностей позиционирования и эффективность работы комбинированного GNSS приемника в различных условиях и режимах работы. Это может быть использовано на практике для выбора наиболее эффективного при заданных условиях режима работы комбинированного приемника, а также для обоснования математических моделей погрешностей позиционирования приемников спутниковых систем навигации.

Ключевые слова: глобальная навигационная спутниковая система, GNSS, комбинированный GNSS приемник, точность позиционирования

ESTIMATION OF POSITIONING ERROR CHARACTERISTICS OF COMBINED GLONASS / GPS RECEIVERS

Skrypnik O.N., Arefev R.A., Arefeva N.G.

Irkutsk branch of Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk, e-mail: skripnikon@yandex.ru

The Global Navigation Satellite Systems `(GNSS) such as GLONASS (Russia) and GPS (the USA) systems find wide application in different fields including aviation. The growing demands of different user groups for accuracy and reliability of positioning can be met in solving a navigational task with the use of all visible satellites which belong to different systems. This function was implemented in combined GNSS receivers, the research of performance features and positioning error characteristics of combined GLONASS/GPS receivers under different conditions of use and in different operation modes being relevant. The paper contains the results of natural experiments for investigation of positioning accuracy characteristics carried out with Geos-1M receiver. The experiments were performed in urban settings and in open terrain, in GLONASS and GPS operation modes of the receiver as well as in GLONASS/GPS coupled mode. The experimental results were analyzed with the help of special software and algorithms of statistical manipulation. The obtained results allow estimating the main statistical characteristics of positioning errors and operational efficiency of the combined GNSS receiver under different conditions and in different operation modes. It can be used in practice.

Keywords: global navigation satellite system, GNSS, combined GNSS receiver, positioning accuracy

В настоящее время приемники глобальных навигационных спутниковых систем навигации (GNSS – Global Navigation Satellite System) гражданских потребителей различного назначения в основном обеспечивают обработку сигналов одного спутникового созвездия – системы ГЛОНАСС (Россия) или GPS (США), принимаемых на одной частоте диапазона L1. Это в ряде случаев не обеспечивает требуемую точность, надежность, доступность, целостность и функциональную готовность системы навигации [1]. Получение дополнительных эксплуатационных выгод от применения спутниковых навигационных технологий станет возможным при одновременном использовании в GNSS созвездий навигационных спутников (НС) GPS и ГЛОНАСС, а в перспективе – еще и систем Compass (Китай) и Galileo (Евросоюз). Приемники GNSS, позволяющие работать по одному или нескольким созвездиям навигационных спутников (НС), называют комбинированными (мультисистемными).

Комбинированные GPS/ГЛОНАСС приемники давно и успешно реализуются на рынке профессиональной аппаратуры, например в геодезической аппаратуре, в авиационных приемниках российского производства (СН-4312, А-737 и др.). Рас-

сматривается использование комбинированного (совмещенного) режима и для улучшения функции контроля целостности в приемнике – ARAIM (Advanced Receiver Autonomous Integrating Monitoring) [2]. Использование комбинированных GNSS приемников, вместе с переходом к работе в двухчастотном режиме (DFMC), является одним из элементов дорожной карты в области навигации, содержащейся в Глобальном аэронавигационном плане и других документах Международной организации гражданской авиации ИКАО [3].

Работа GNSS приемника в совмещенном режиме обеспечивает лучшие условия навигационного сеанса, под которыми будем понимать геометрический фактор (GDOP – Geometrical Dilution Of Precision) – параметр, который зависит от числа и расположения относительно потребителя НС рабочего созвездия (по сигналам которых выполняются навигационные определения) [4]. Очевидное преимущество комбинированного приемника заключается в способности принимать большое число сигналов от НС различных систем, что обеспечивает повышенную вероятность местоопределений при затрудненных условиях приема, например при затенениях сигналов рельефом местности, высотными зданиями и сооружениями, в сложной помеховой обстановке. В ряде случаев можно ожидать также и повышение точности определения координат за счет избыточности измерений псевдодальностей до НС.

ГЛОНАСС и GPS отличаются параметрами орбитальных группировок, структурой сигналов, точностью эфемеридного обеспечения, используемыми моделями земного эллипсоида. Это приводит к существенным различиям в схемных построениях радиочастотных трактов приемников, алгоритмов обработки информации. Важно отметить, что внедрение и сертификация комбинированных GNSS приемников для использования в коммерческой авиации в соответствии со стандартами и рекомендуемой практикой (SARPs) ИКАО должно базироваться на оценке характеристик погрешностей навигационных определений, обеспечиваемых в различных условиях функционирования приемников. Поэтому представляет интерес исследование характеристик погрешностей позиционирования комбинированных приемников при работе как по отдельным системам, так и в совмещенном режиме.

Известны результаты исследований, показавших, что работа в совмещенном режиме может привести к ухудшению точности позиционирования по сравнению с работой только по GPS [5], несмотря на значительное улучшение GDOP. В других работах, например [6, 7], применительно к условиям плотной городской застройки, холмистой местности отмечено отсутствие существенного повышения точности, несмотря на улучшение в ГЛОНАСС/GPS режиме доступности местоопределений и их избыточности, желательной для повышения надежности навигации.

Таким образом, цель представленной работы состоит в исследовании характеристик погрешностей позиционирования (мгновенной и среднеквадратической погрешности (СКП) определения координат) в режимах работы GNSS приемника по ГЛОНАСС, GPS, ГЛОНАСС/GPS при различных условиях навигационного сеанса.

Проведение таких исследований является актуальной научно-практической задачей, решение которой позволит получить практические рекомендации по обоснованию характеристик погрешностей комбинированного GNSS приемника.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований использовался приемник Геос-1М (ООО «КБ «ГеоСтар навигация»). Приемник может работать по системам ГЛОНАСС и GPS отдельно, а также в совмещенном ГЛОНАСС/GPS режиме. При этом возможно использование режима динамической фильтрации выходной информации приемника.

Эксперименты проводились в двух пунктах, один (п. А) располагался на открытой местности (координаты 52,09° с.ш., 104,35° в.д., высота 500,05 м), второй (п. Б) – в городской черте (координаты 52,27° с.ш., 104,36° в.д., высота 466,15 м). Расстояние между пунктами составило 18,6 км, что обеспечивало практически совпадающие орбитальные группировки спутников, находящихся в зоне видимости. Однако при навигационных определениях в п. Б часть НС оказывалась в зоне затенения из-за наличия высотных зданий вблизи расположения антенны, вследствие чего прием сигналов от них был невозможен. Кроме этого, в п. Б мог присутствовать эффект многолучевого приема.

В процессе измерений фиксировались координаты приемника, количество и номера НС рабочего созвездия, вертикальный VDOP и горизонтальный HDOP геометрические факторы. Измерения проводились с дискретностью 1 с на интервале наблюдения 8 суток. По полученному ряду измерений проводилась статистическая обработка данных позиционирования с целью определения СКП измерений каждой из координат согласно выражению

$$\sigma_x = \frac{1}{N-1}\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - m_x\right)^2},$$

где N – число измерений, x_i – измеренное приемником на i-м шаге значение координаты, $m_x = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$ – оценка истинного значения координаты приемника.

Преобразование погрешностей позиционирования в метрическую систему отсчета осуществлялось в соответствии с выражениями

$$\delta B_i = (B_i - m_B)\cdot(a+H),\ \delta L_i = (L_i - m_L)\cdot(a+H)\cdot\cos B_0,$$

где δB_i, δL_i – погрешности измерения соответственно широты и долготы на i-м шаге измерений; B_i, L_i – координаты приемника, измеренные на i-м шаге, m_B, m_L – оценки истинных координат (широты и долготы) приемника; a = 6378245 м – большая полуось земного эллипсоида; H – высота антенны приемника над поверхностью земного эллипсоида.

С помощью средств среды программирования LabView осуществлялось формирование выходной информации в виде графиков изменения геометрических факторов, числа наблюдаемых НС, мгновенных значений погрешностей и СКП измерений, гистограмм распределения погрешностей позиционирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований погрешностей позиционирования в виде диаграмм рассеяния их мгновенных значений по широте и долготе представлены на рис. 1.

Диаграммы а, б, в – получены для п. А, диаграммы г, д, е – для п. Б. На диаграммах показаны окружности, соответствующие предельной ($3\sigma_r$), максимальной ($2\sigma_r$) и среднеквадратической (σ_r) погрешностям определения местоположения, где $\sigma_r = \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2}$.

Представленные результаты показывают, что погрешности позиционирования максимальны в режиме ГЛОНАСС (рис. 1, а, разброс мгновенных значений погрешности по широте до 50 м) уменьшаются в режиме GPS (рис. 1, б, разброс до 30 м) и минимальны при работе в совмещенном режиме (рис. 1, в, не превышают 20 м). Погрешности позиционирования возрастают в 1,5–2 раза при работе приемника в городских условиях, причем степень рассеяния погрешностей при работе по ГЛОНАСС (рис. 1, г) значительно выше, чем в остальных режимах. Можно также отметить, что при работе по GPS (рис. 1, б, рис. 1, д) характерен эффект большего разброса мгновенных значений погрешностей по широте, который становится менее выраженным при работе в совмещенном режиме (рис. 1, в, рис. 1, е).

На рис. 2 показаны гистограммы распределения ошибок позиционирования соответственно по широте, долготе и высоте в режимах работы приемника: ГЛОНАСС в п. А (диаграммы а, б, в); в п. Б (диаграммы г, д, е), ГЛОНАСС/GPS в п. Б (диаграммы ж, з, и).

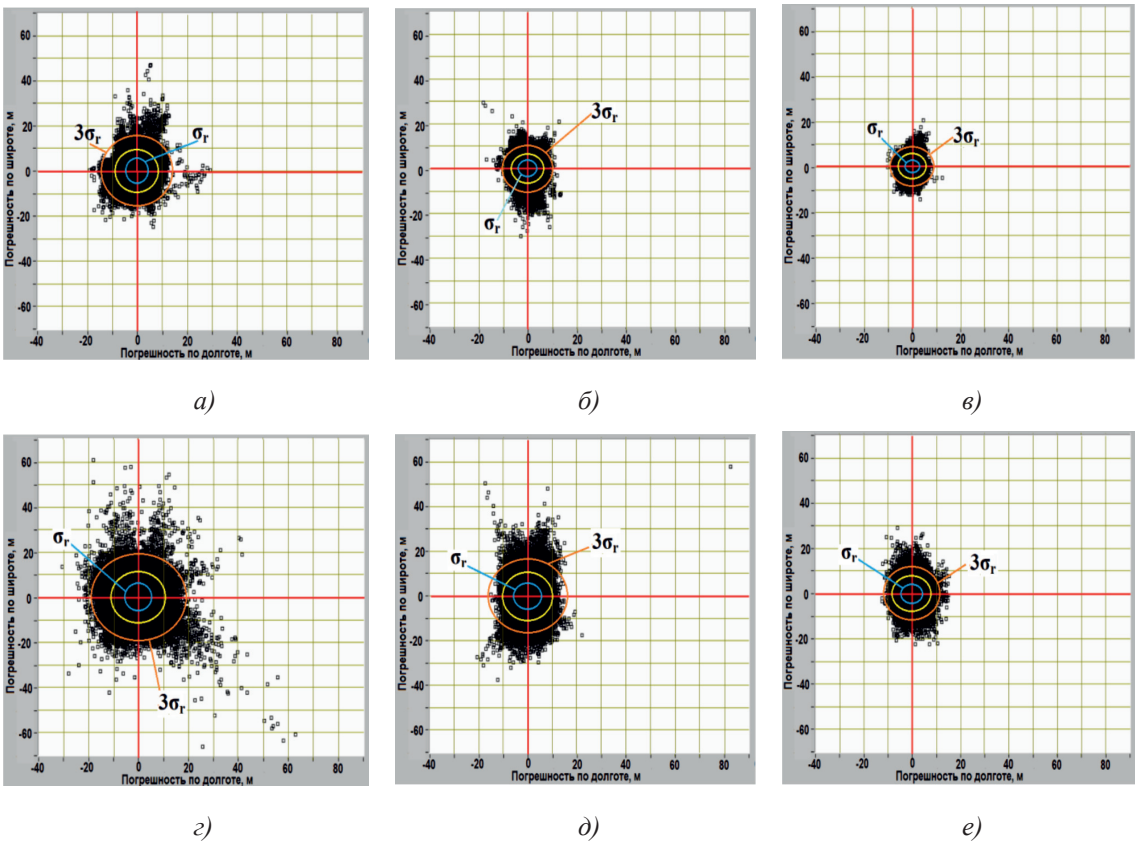


Рис. 1. Диаграммы рассеяния мгновенных значений погрешностей позиционирования

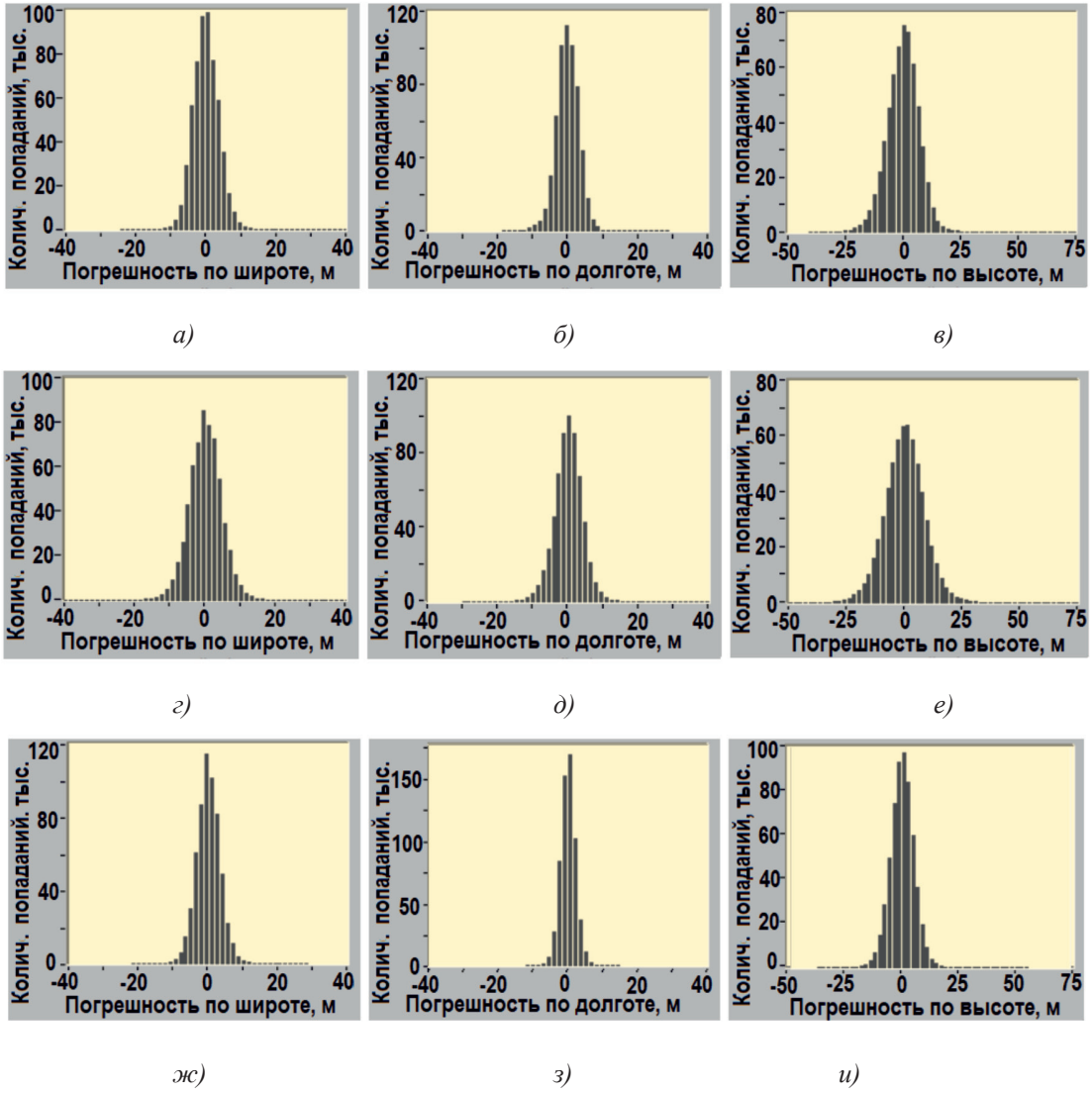


Рис. 2. Гистограммы распределения погрешностей определения координат

Анализ полученных результатов показывает, что во всех случаях закон распределения погрешностей определения координат близок к гауссовскому с нулевым математическим ожиданием. Аналогичный закон распределения погрешностей определения координат наблюдался и при работе в режиме GPS. Таким образом, при разработке математических моделей случайных погрешностей позиционирования GNSS приемников закон их распределения можно считать гауссовским.

На рис. 3 показаны гистограммы распределения ошибок позиционирования в п. Б соответственно по широте, долготе и высоте при включенной динамической фильтрации в режиме работы приемника ГЛОНАСС (диаграммы а, б, в) и ГЛОНАСС/GPS (диаграммы г, д, е).

Как видно из представленных диаграмм, при включении режима динамической фильтрации степень соответствия распределения погрешностей определения координат гауссовскому закону снижается. Этот эффект следует учитывать при построении моделей погрешностей позиционирования GNSS приемника при включении дополнительных опций по обработке выходной информации (в данном случае – динамической фильтрации).

На рис. 4 представлены результаты экспериментов, проведенных при синхронной работе приемников Геос-1М в режиме ГЛОНАСС/GPS, размещенных в пунктах А (рис. 4, а) и Б (рис. 4, б). На рисунках показаны реализации погрешностей определения координат (1 – широта, 2 – долгота, 3 – высота), а также графики, характеризу-

ющие изменение горизонтального HDOP и вертикального VDOP ГФ и количество НС, измерения псевдодальностей до которых включены в обработку при решении навигационной задачи.

На рассматриваемом интервале времени в п. А в среднем наблюдалось 19,12 НС (от 17 до 21), в п. Б – 18,41 НС (от 15 до 21). Прослеживается влияние величины ГФ на значения погрешностей позиционирования, а также очевидная зависимость величины ГФ от числа наблюдаемых НС. При этом нестабильность слежения за отдельными НС (области A, B, C, D на рисунках) приводит к заметному возрастанию мгновенных значений погрешностей позиционирования.

Обобщенные результаты проведенных экспериментов представлены в таблице.

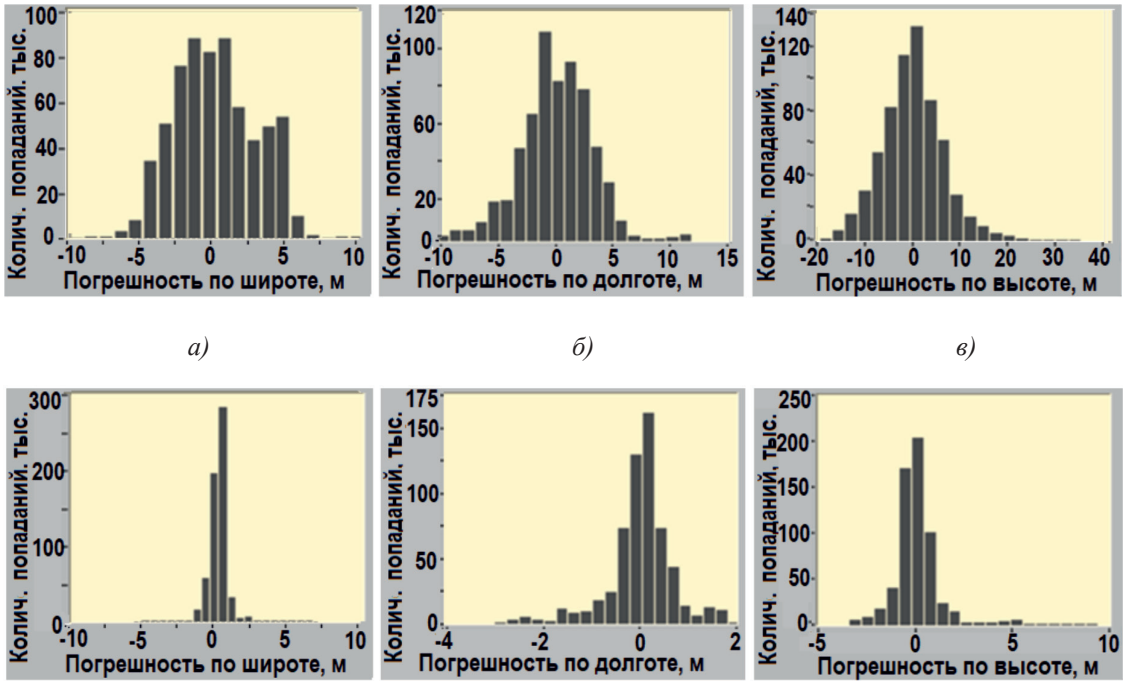


Рис. 3. Гистограммы распределения погрешностей при динамической фильтрации

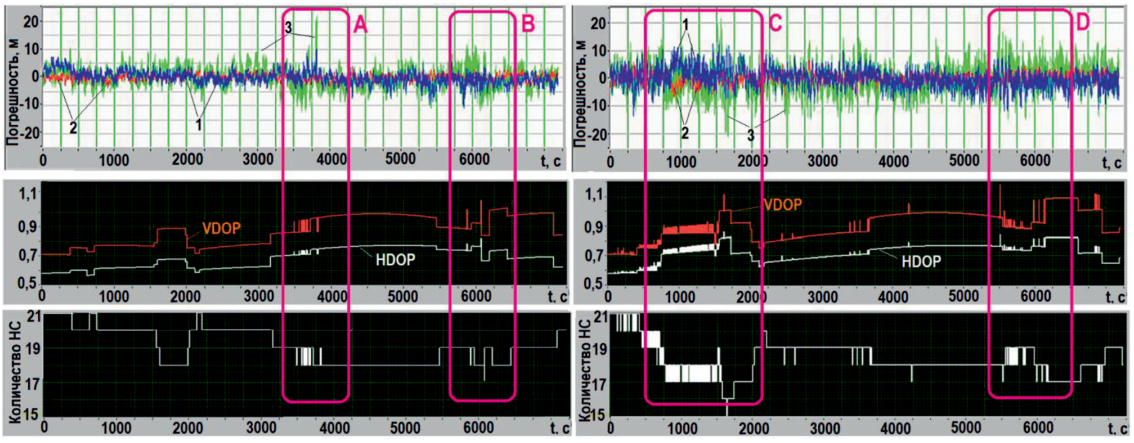


Рис. 4. Результаты экспериментов при различных условиях размещении приемника

Обобщенные результаты экспериментов

	ГЛОНАСС		GPS		ГЛОНАСС/GPS	
	п. А	п. Б/д.ф.*	п. А	п. Б/д.ф.	п. А	п. Б/д.ф.
СКП широты, м	3,58	4,73/2,83	2,86	4,81/0.41	2,29	3,31/0.53
СКП долготы, м	3,07	3,99/3,04	1,83	2,7/0.36	1,57	2,13/0.63
СКРП, м	4,7	6,2/4,15	3,4	5,5/0,55	2,8	3,9/0,82
СКП высоты, м	6,82	8,72/6,32	4,92	7,05/0.44	3,88	5,23/1.02
Среднее число НС	8,58	7,89	10,04	9,77	18,55	17,61
Средний VDOP	1.39	1.52	1.26	1.29	0.87	0.9
Средний HDOP	1.09	1.21	0.93	0.96	0.66	0.69

Примечание .* д.ф. – включен режим динамической фильтрации.

Анализ полученных результатов показал следующее:

– точность определения местоположения составила 4,7 м (режим ГЛОНАСС), 3,4 м (режим GPS) и 2,8 м (режим ГЛОНАСС/GPS). Работа в совмещенном режиме повысила точность определения местоположения на 40 % (высоты – на 43 %) по сравнению с ГЛОНАСС, и на 18 % (высоты – на 21 %) по сравнению с GPS;

– работа в городских условиях привела к ухудшению точности определения местоположения на 34 % (режим ГЛОНАСС), 62 % (режим GPS) и 39 % (режим ГЛОНАСС/GPS). При этом ухудшение горизонтального ГФ HDOP составило соответственно 11 %, 2 % и 5 %, а уменьшение среднего количества наблюдаемых спутников 8; 3 и 4,5 %;

– использование режима динамической фильтрации привело к повышению точности в 1,5 раза (режим ГЛОНАСС), в 10 раз (режим GPS) и 4,8 раза (режим ГЛОНАСС/GPS).

Заключение

В результате проведенных исследований получены оценки характеристик точности и особенностей работы ГЛОНАСС/GPS приемника в различных режимах работы и условиях применения. Полученные результаты подтверждают возможность аппроксимации погрешностей позиционирования GNSS приемника в задачах синтеза алгоритмов оптимальной обработки информации случайным процессом с гауссовским законом распределения.

Экспериментально подтверждено, что работа в совмещенном режиме обеспечивает значительное повышение точности позиционирования по сравнению с работой по ГЛОНАСС и достаточно существенное по сравнению с работой по GPS. Важным для практики является тот факт, что режим GPS более критичен к работе в городских условиях, хотя при этом условия навигационного сеанса (значение ГФ и количество наблюдаемых НС) изменяются несущественно. Применение режима динамической фильтрации в приемнике Геос-1М наименее эффективно при работе в режиме ГЛОНАСС, что может быть связано с наличием в погрешности позиционирования составляющих, не учитываемых в используемом алгоритме динамической фильтрации.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ грант № 19-08-00010.

Список литературы

1. Skrypnik O.N. Radio Navigation Systems for Airports and Airways. Springer Nature Singapure Pte Ltd. 2019. 226 p. DOI: 10.1007/978-981-13-7201-8.

2. Xueen Zheng, Ye Liu, Guochao Fan, Jing Zhao and Chengdong Xu. Analyses of the sensitivity of multi-constellation advanced receiver autonomous integrity monitoring vertical protection level availability to error parameters and a failure model over China. Advances in Mechanical Engineering. 2018. Vol. 10 (6). P. 11.

3. Concept of operations (CONOPS) for dual-frequency multi-constellation (DFMC) Global Navigation Satellite System (GNSS). ICAO Navigation Systems Panel. CONOPS V6.4. 2018. P. 49.

4. Sabatini R., Moore T., Ramasamy S. Global Navigation Satellite Systems Performance Analysis and Augmentation Strategies in Aviation. Progress in Aerospace Sciencesю. 2017. P. 52.

5. Скрыпник О.Н., Арефьев Р.О., Астраханцева Н.Г. Экспериментальные исследования характеристик совмещенного GNSS приемника в высоких широта // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. № 221 (11). С. 35–42.

6. Маттос Ф. ГЛОНАСС/GPS для всех: испытания на точность и доступность позиционирования однокристального приемника в сложных условиях эксплуатации // Компоненты и технологии. 2012. № 5. С. 165–170.

7. Md. Shaha Nur Kabir, Ming-Zhang Song, Nam-Seok Sung, Sun-Ok Chung, Yong-Joo Kim, Noboru Noguchi, Soon-Jung Hong. Performance comparison of single and multi-GNSS receivers under agricultural fields in Korea. Engineering in Agriculture, Environment and Food, 9 (2016). P. 27–35.

УДК 004.89:004.73

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГИБКОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

Суфиянова А.Н., Зарипов Д.М.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, e-mail: adelina.nagimova@gmail.com

В данной статье рассматривается сравнительная характеристика предлагаемых готовых решений по построению систем интеллектуального жизнеобеспечения помещения и описывается альтернативный вариант платформы, объединяющий в себе одновременно несколько протоколов. Связь с объектом проектируемой системы реализуется через облачное хранилище, на котором прописываются сценарии поведения устройств, установленных на объекте. С помощью создаваемой платформы у пользователя появляются возможности самостоятельно создать систему, подключить к ней все необходимые устройства, прописать сценарии их поведения и дистанционно контролировать и получать всю необходимую информацию о состоянии объекта, находясь за пределами автоматизируемого объекта. Для реализации аппаратно-программной архитектуры предполагается использовать платформу, основанную на применении облачных технологий, в качестве интеграции всех информационных потоков с объекта, организации анализа и предоставления мобильных приложений для управления объектом. Сбор и передача данных на платформу будет осуществляться с помощью датчиков, поддерживающих различные протоколы связи. Связь между шлюзом с управляемыми объектами и датчиками будет осуществляться с помощью беспроводных технологий, основанных на популярных протоколах ZWave, ZigBee, Bluetooth Low Energy, позволяющих организовать самовосстанавливающуюся сеть.

Ключевые слова: системы интеллектуального жизнеобеспечения, умный дом, облачное хранилище, платформа, датчики

HARDWARE IMPLEMENTATION OF THE FLEXIBLE SYSTEM OF INTELLECTUAL LIFE SUPPORT OF THE PREMISES

Sufiyanova A.N., Zaripov D.M.

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, e-mail: adelina.nagimova@gmail.com

This article discusses the comparative characteristics of the proposed ready-made solutions for the construction of intelligent life support systems and describes an alternative platform. The connection with the object of the designed system is realized through cloud storage, on which scenarios of the behavior of devices installed on the object are written. With the help of the platform being created, the user has the opportunity to independently create a system, connect all the necessary devices to it, register their behavior scenarios and remotely monitor the state of the object, being outside the object being automated. To implement a hardware-software architecture, it is supposed to use a platform based on the use of cloud technologies as an integration of all information flows from an object, organization of analysis and provision of mobile applications for managing an object. Data collection and transmission to the platform will be carried out using sensors that support various communication protocols. Communication between the gateway with managed objects and sensors will be carried out using wireless technologies based on the new ZWave, ZigBee, BLE protocols.

Keywords: cloud storage, intelligent life support systems, sensors, smart home, platform

Создание информационной системы интеллектуального жизнеобеспечения помещения является новым направлением промышленной автоматизации, которую также еще называют «Smart house», или «Умный дом».

«Умный дом» – современное здание, в котором все бытовые приборы, системы жизнеобеспечения и безопасности объединены в единую комплексную информационную систему. Данная информационная система способна обеспечить безопасность и максимальный комфорт всем обитателям дома или здания [1, 2].

Основная цель внедрения данной информационной системы заключается в повышении комфорта с помощью автоматизации обычных рутинных задач, то есть дистанционном управлении всеми имеющимися подсистемами: освещением, кондиционированием, водоснабжением, системой мультирум, а также безопасностью всего помещения – в случае отсутствия человека в здании.

Автоматизированное управление оборудованием даёт ряд неоспоримых преимуществ на всех уровнях вне зависимости от глубины внедрения:

− снижение расходов потребления электроэнергии – пользователь может самостоятельно указать, когда устройство должно функционировать;

− контроль расхода воды, электроэнергии, газа – находясь вдали от дома, пользователь удаленно может снимать показания с приборов;

– увеличение безопасности – в случае проникновения в помещение пользователь получит всю необходимую информацию о проникновении через датчики открытия/закрытия окон и дверей, а также камер;

– контроль состояния и функционирования оборудования – пользователь, находясь вдалеке от дома, может удаленно включить нужный кухонный прибор;

– упрощение управления системой в целом;

– предупреждение и предотвращение чрезвычайных ситуаций – в случае возникновения пожара, затопления и т.п. пользователь может удаленно получить всю необходимую информацию напрямую от устройства [1].

Концепция построения системы

Спрос на информационные системы автоматизированного управления оборудованием с каждым годом активно увеличивается. Специалисты в данной области предлагают различные решения. На текущий момент на рынке можно встретить устройства со встроенными модулями для сопряжения с каналами связи и модулями для дистанционного управления, осуществляемого через мобильное приложение. Такие производители, как Redmont, Xiaomi, Триколор, Ростелеком, Уфанет, предлагают свою платформу и датчики для построения системы «Умный дом».

После проведения анализа технических характеристик и особенностей подключения системы были обнаружены следующие недостатки:

1. Не все производители позволяют пользователю корректировать сценарий работы оборудования.

2. К системе «Умный дом» можно подключать только оборудование и датчики от самого производителя, что может значительно сказаться на стоимости самого комплекта.

3. Только у двух из пяти производителей, приведенных в примере, есть возможность контролировать поведение системы напрямую через браузер.

4. В трех из шести рассматриваемых платформ предусмотрена возможность подключения приборов учета воды, газа, электроэнергии.

5. Стоимость датчиков, предлагаемых производителями, обеспечивающих только безопасность объекта, завышена, и не каждый будет согласен потратить запрашиваемую сумму.

6. У большинства производителей ограниченный набор датчиков, вследствие чего пользователю не удастся обеспечить максимальную защиту своего дома.

Основной концепцией данной работы, исходя из вышеописанных недостатков готовых систем, стала реализация концепции «Интернет вещей» в системе «Умный дом» [3].

Применение в информационной системе интеллектуального жизнеобеспечения концепции «Интернет вещей» реализуется путем передачи всех данных с датчиков, установленных внутри помещения, в облачное хранилище, а также связь с ними, путем прописывания определенных сценариев действий на самом облаке. Таким образом, пользователь системы имеет возможность удаленно контролировать состояние помещения, с помощью полученных данных от датчиков или устройств и задавать определенные команды для выполнения [4]. Помимо этого у пользователя появляется возможность решать самостоятельно, какое оборудование необходимо подключить к информационной системе интеллектуального жизнеобеспечения, не опираясь на модели устройств, предлагаемые самим производителем.

Преимущества применения облачных технологий в системе «Умный дом»:

– Безопасность – в любой точке мира пользователь может удаленно контролировать состояние своего дома или офисного помещения с помощью различного рода датчиков (датчиков задымления, открытия/закрытия дверей и окон и т.п.) и камер;

– Гибкость системы – при подключении нового устройства, так как не потребуется перенастройка всей информационной системы, достаточно лишь подключить оборудование к интернету.

– Комфорт – с помощью сценариев действий, которые можно создать самостоятельно в облачном хранилище, пользователь может прописать действия для выполнения самим домом так, как ему будет необходимо;

– Единый интерфейс – управления всеми внутренними подсистемами, в случае использования устройств от разных производителей, использующие разные протоколы.

Аппаратное обеспечение, технические характеристики

Построение «Умного дома» невозможно без системы управления им. Рассмотрим несколько уровней автоматизации, применяемых к разрабатываемой системе [5]:

1. Уровень удаленного контроля через программное обеспечение.

2. Уровень обеспечения удаленного управления.

3. Уровень автоматического управления.

4. Уровень конечного оборудования.

Таблица 1

Сравнительная характеристика существующих на рынке решений от производителей, предлагающих систему «Умный дом»

	Redmont	Xiaomi	Триколор	Ростелеком	Уфанет	Huawei
Подключаемые датчики	Датчики протечки воды, датчики открытия/закрытия двери, датчики газа, датчики задымления, датчики температуры и влажности, датчики движения	Датчики протечки воды, датчики открытия/закрытия двери, датчики газа, датчики задымления, датчики температуры и влажности, датчики движения	Датчики протечки воды, датчики открытия/ закрытия двери, датчики газа, датчики задымления, датчики температуры и влажности, датчики движения	Датчики открытия/ закрытия двери, датчики движения, датчики дыма, датчики протечки	Датчики протечки воды, датчики открытия/ закрытия двери, датчики газа, датчики задымления, датчики температуры и влажности, датчики движения, умный домофон	Датчики протечки воды, датчики открытия/ закрытия двери, датчики задымления, датчики температуры и влажности, датчики движения
Возможность самостоятельно корректировать поведение оборудования	Да	Да	Да	Нет	Нет	Да
Наличие десктопной версии приложения	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
Протокол передачи данных	WiFi, Bluetooth	ZigBee	ZigBee	WiFi, Z-Wave	Астра-И	WiFi, ZigBee, Z-Wave
Абонентская плата за использование системы	Есть, передача данных осуществляется через оператора мобильной связи МТС	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Возможность подключения счетчиков контроля воды/электроэнергии/газа	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Да
Оборудование в аренду	Нет	Нет	Нет	Да, от 900 рублей	Да, 720 рублей в месяц	Нет
Возможность подключения дополнительных устройств	Только техника от данного производителя, имеющая встроенный модуль дистанционного управления	Только техника от данного производителя, имеющая встроенный модуль дистанционного управления	Нет	Нет	Нет	Только техника от данного производителя, имеющая встроенный модуль дистанционного управления
Стоимость минимального комплекта оборудования	15790 рублей	9755 рублей	17600 рублей	15100 рублей	18300 рублей	16800 рублей

Схема связи устройств удаленного контроля с датчиками, установленными на объекте

Существуют два типа устройств удаленного контроля оборудования – мобильные и стационарные. Мобильные устройства – смартфоны или планшеты, функционирующие на операционных системах Android и iOS. С их помощью осуществляется передача команд на облачный сервер и получение информации о состоянии объекта через датчики. Отправка и получение данных осуществляется либо через мобильное приложение, либо через сайт, предоставляющий услуги облачного сервиса. При нахождении пользователя непосредственно в доме возможно организовать взаимодействие мобильных через Wi-Fi роутер – шлюз. Стационарные устройства – персональные компьютеры, ноутбуки. Работа с системой «Умного дома» возможна через облачный сервис «NetOpen», предназначенный для хранения данных о состоянии датчиков и устройств в БД [5].

Платформа «NetOpen» выступает в качестве посредника между устройствами удаленного управления и шлюзом [5]. Все сценарии поведения датчиков и управляемых устройств прописываются напрямую на самом облаке. С помощью устройств удаленного управления можно будет выбрать необходимый сценарий и привести его в действие. Все команды обрабатываются на облаке и передаются далее на шлюз, установленный на объекте.

Основной компонент «Умного дома» – контроллер, предназначенный для получения данных со всех устройств, установленных на объекте. В качестве контроллера будет использоваться шлюз от компании Huawei, который будет осуществлять не только доступ к интернету, но с помощью него можно будет управлять датчиками и устройствами, установленными на объекте автоматизации.

Главными компонентами экосистемы «Умный дом» являются датчики и управляемые устройства, предоставляющие информацию о состоянии объекта и позволяющие выполнить определенный сценарий. Датчики можно разделить на несколько категорий:

– охранно-пожарные (датчики движения, датчики разбития стекла, датчики открытия/закрытия двери/окна, видеонаблюдение, видеодомофоны, электронные замки, звуковая сигнализация, датчики дыма, датчик газа) – предоставляет всю необходимую информацию пользователю о внутреннем состоянии объекта, а также оповещает группу быстрого реагирования о взломе, в случае несанкционированного проникновения;

– управление освещением (умная лампочка, датчики управления шторами, жалюзи, датчики движения) – контролируют освещение на объекте,

– управление климатом (датчики влажности, датчики температуры) – регулируют микроклимат на объекте и помогают сократить расходы на его поддержание.

Таблица 2

Технические характеристики протоколов передачи данных

Протокол	ZigBee	Z-Wave	Bluetooth Low Energy (BLE)
Частотный диапазон	2.4-GHz ISM	1-GHz ISM	2.4-GHz ISM
Скорость передачи данных	250 кбит/с	250 кбит/с	До 3 Мбит/с
Радиус действия	От 10 до 1600 м (в прямой видимости)	От 30 до 150 м	До 100 м
Тип и срок службы батареи	Работает на батарее AA класса 2 года	Работает на CR2032 длительное время	Работает на CR2032 длительное время
Топология	Ячеистая топология	Ячеистая топология	«Точка-точка» и ячеистая топология
Наилучшая пропускная способность	При использовании соединения «От- многих-к-одному», «один-ко-многим», «многие-ко-многим»	При использовании соединения «От-многих-к-одному», «один-ко-многим», «многие-ко-многим»	При использовании соединения «один-к-одному»
Уровни представления протоколов	Сетевой и прикладной уровни	Физический и канальный уровни	Сетевой и прикладной уровни
Безопасность	Опциональное сетевое шифрование и аутентификация через установленный код	Алгоритм открытого распределения ключей Диффи – Хеллмана	Алгоритм открытого распределения ключей Диффи – Хеллмана

Сегодня рынок переполнен различного рода датчиками, отличающимися друг от друга протоколами. Большинство компаний, занимающиеся созданием конечного оборудования, используют либо протоколы связи, написанные ими, либо же используют популярные протоколы. Проанализировав технические характеристики используемых датчиков для автоматизации жилого помещения и устройства, имеющие встроенные модули для сопряжения с каналами связи, было выявлено, что на текущий момент распространены такие протоколы, как ZigBee, ZWave, BLE. Шлюзы от компании Huawei поддерживают данные протоколы передачи данных. В табл. 2 представлены технические характеристики данных протоколов.

В разрабатываемой информационной системе интеллектуального жизнеобеспечения предполагается использовать данные протоколы передачи данных, благодаря которым реализуется возможность использовать датчики и управляемые устройства, установленные на объекте, от разных производителей. Таким образом, пользователь системы способен сам собрать свой «Умный дом» по своему бюджету, не опираясь на производителя шлюза.

Заключение

В статье была рассмотрена информационная система интеллектуального жизнеобеспечения, осуществляющая взаимодействие с устройствами через протоколы передачи данных ZigBee, Z-Wave, BLE.

Разработана концепция построения системы интеллектуального жизнеобеспечения помещения, предложена схема взаимодействия и управления шлюзом, датчиками и бытовыми приборами с использованием облачных технологий. Использование открытой платформы «NetOpen» от фирмы Huawei позволяет самостоятельно проектировать систему интеллектуального управления и жизнеобеспечения помещения и адаптировать и развивать под свои нужды.

Список литературы

1. Байгозин Д.В., Первухин Д.Н., Захарова Г.Б. Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «Умный дом» // Известия Томского политехнического университета. 2008. Т. 313. № 5. С. 168–172.

2. Егунов В.А., Ал-Саади Х.А. Управление «Умным домом» с использованием беспроводного канала связи // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. № 6 (133). С. 73–75.

3. Найдич А. «Интернет вещей» реальность или перспектива? [Электронный ресурс]. URL: http://compress.ru/article.aspx?id=24290 (дата обращения: 11.09.2019).

4. Черняк Л. Интернет вещей: новые вызовы и новые технологии // Открытые системы. 2013. № 04. [Электронный ресурс]. URL: https://www.osp.ru/os/2013/04/13035551 (дата обращения: 11.09.2019).

5. Николаев П.Л. Архитектура интегрированной в облачную среду системы управления Умным домом // Программные продукты и системы. 2015. № 02. С. 65–69.

УДК 004.9:51-74

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ФРАГМЕНТОВ СТЕН СПОСОБОМ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

Турантаев Г.Г., Местников А.Е., Федоров В.И.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени академика М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: valeriyif.ykt@gmail.com

В данной статье рассматривается возможность применения нетрадиционного способа тепловой обработки стеновой конструкции в зимнее время года. Проанализированы основные методы ведения бетонных работ при отрицательной температуре наружного воздуха. Составлена расчетная схема бетонируемого фрагмента стены с учетом примыкающих конструктивных элементов сооружения. Основу статьи занимает вывод систем дифференциальных уравнений, характеризующих тепловые процессы при бетонировании фрагмента стены к ранее возведенным участкам и плитам перекрытий. Разработана математическая модель, описывающая процессы теплообмена на основе дифференциального уравнения теплопроводности с объемно распределенным источником тепла. При составлении математической модели использованы классические уравнения теплофизики, не требующие доказательства достоверности. Также в статье рассмотрены классические граничные условия I, II, III и IV родов. Достоверность результатов расчета оценена экспериментальным методом на фрагменте бетонной стены с заданной толщиной формы и температурой наружного воздуха. Обработка экспериментальных данных выполнена с использованием стандартных методов математической статистики. Построены графики изменения температурных перепадов на форме при различном шаге линейных нагревателей. Определена оптимальная скорость подъема температуры термоактивной опалубки для среднемассивных монолитных конструкций.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, термосифон, теплопроводность, математическое моделирование, опалубка, тепловая обработка

MATHEMATICAL MODELING OF WINTER CONCRETING OF WALL FRAGMENTS BY THE METHOD OF HEAT TREATMENT

Turantaev G.G., Mestnikov A.E., Fedorov V.I.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: valeriyif.ykt@gmail.com

This article discusses the possibility of using an unconventional method of heat treatment of a wall structure in the winter season. The basic methods of introducing concrete work at a negative outside temperature are analyzed. A design diagram of the concreted wall fragment was compiled taking into account the adjacent structural elements of the structure. The basis of the article is the derivation of systems of differential equations characterizing thermal processes during concreting of a wall fragment to previously erected sections and floor slabs. A mathematical model has been developed that describes heat transfer processes on the basis of the differential heat equation with a volumetric distributed heat source. In compiling the mathematical model, the classical equations of thermo-physics are used, which do not require proof of reliability. The article also discusses the classical boundary conditions of the first, second, third, and fourth genera. The reliability of the calculation results was estimated by the experimental method on a fragment of a concrete wall with a given shape thickness and outdoor temperature. Processing of experimental data was performed using standard methods of mathematical statistics. The graphs of changes in temperature differences on the form at different step linear heaters. The optimum rate of temperature rise of thermoactive formwork was determined for medium massive monolithic structures.

Keywords: winter concreting, thermosiphon, thermal conductivity, mathematical modeling, formwork, heat treatment

С учетом климатических условий северной строительно-климатической зоны Российской Федерации, монолитное бетонирование в большинстве случаев проводится при отрицательных температурах [1]. Например, в районах Арктической зоны Российской Федерации в зимнее время производится порядка 50–75 % бетонных работ [2].

Как известно, при бетонировании любых строительных конструкций, независимо от принятого способа производства работ, в бетоне возникает напряженное состояние, связанное с неравномерностью температурного поля по всему телу конструкции [3]. Поэтому особым условием является обеспечение такого термонапряженного состояния конструкции, при котором в бетоне не возникают деструктивные процессы [4].

Одним из наиболее технологичных и эффективных методов зимнего бетонирования является способ контактного обогрева забетонированных конструкций [5]. Реализация данного метода достигается обогревом бетона и железобетона в термоактивной опалубке с принципиально новой системой распределения тепла на основе тепловых труб, работающих от любого источника тепловой энергии.

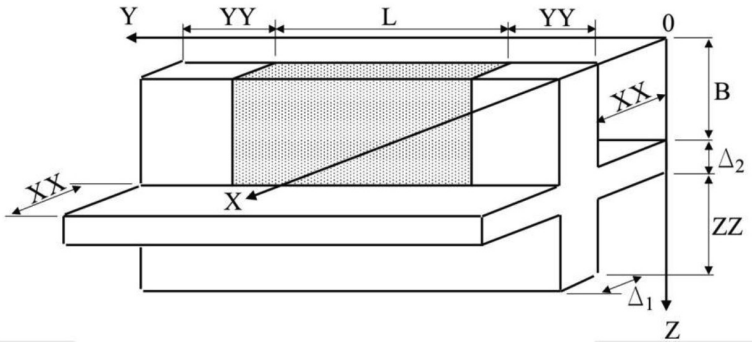


Рис. 1. Идеализированная конструктивная схема участка стены с учетом ранее построенных фрагментов конструкций здания

Анализ существующих методов зимнего бетонирования выявил эффективность метода электрообогрева монолитных конструкций с использованием различных вариантов термоактивных опалубочных форм [4–6]. В качестве греющего элемента предлагается использовать разновидность тепловой трубы – двухфазный термосифон. Двухфазный термосифон представляет собой оборудование для транспортировки теплоносителя, в котором теплота постепенно передается посредством суммарного эффекта скрытого образования пара по всему объему стенок труб. Это объясняется испарением жидкости теплоносителя в зоне подключения тепла и конденсации ее паров в зоне отвода. При этом полностью замкнутую циркуляцию теплоносителя приводит в действие сила тяжести.

До настоящего времени разновидности двухфазных термосифонов в строительной индустрии не нашли должного использования. Наиболее перспективное практическое применение двухфазных термосифонов открывается при бетонировании сборных и монолитных железобетонных (бетонных) строительных конструкций при отрицательной температуре наружного воздуха. С учетом рассмотренных выше положений следует отметить о необходимости дополнительного всестороннего исследования двухфазных термосифонов с использованием методологии строительной теплофизики и теплотехники.

Цель исследования: разработка метода расчетного обоснования параметров энергосберегающего и щадящего режима тепловой обработки бетона с помощью двухфазного термосифона.

Материалы и методы исследования

В математическом моделировании использованы классические уравнения теплофизики, не требующие доказательства достоверности [7, 8]: дифференциальное уравнение теплопроводности; условие Стефана; классические граничные условия I (задана температура бетона на границе), II (задана интенсивность теплового потока на границе), III (теплообмен на границе по закону Ньютона), IV (условие теплового примыкания двух твердых тел) рода. Обработка расчетных и экспериментальных данных выполнена на программах MathCAD 2001i и Microsoft Office EXCEL.

Результаты исследования и их обсуждение

Дифференциальные уравнения теплопроводности (1) и (2) аппроксимированы по методу неявной разностной схемы дробных шагов, разработанной профессором Н.Н. Яненко [8]. По качественным и количественным параметрам глубины проникновения теплового потока на плиту перекрытия, в уравнении (2) следует учесть граничные условия III рода. Такой подход не приводит к значительному усложнению дифференциальных уравнений, а также математической модели в целом.

Идеализированная конструктивная схема участка стены с учетом ранее построенных фрагментов конструкций здания показана на рис. 1.

Сегменты конструкции стен (рис. 1) являются пространственным сооружением (бетонируемая стена, ранее возведенные участки стены и плит перекрытий), что приводит к решению так называемой трехмерной задачи. Конструктивная схема участка стены имеет толщину Δ_1, а плита перекрытия – Δ_2. Область теплового влияния на ранее возведенные фрагменты стен по осям Y и Z – YY и ZZ. XX – это тепловые потоки, заданные молекулярной теплопроводностью бетона в ранее уложенной плите перекрытия.

В работе [9] автором ранее был рассмотрен фрагмент другой конструкции здания. По аналогии с которым в разрабатываемой модели следует также учесть

потоки тепла, исходящие от ранее возведенных участков конструкции стены, так и от плиты перекрытия. Вышерассмотренные условия предопределяют возможность построения трехмерной математической модели:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial t_{\text{ф}}(x,y,z,\tau)}{\partial\tau} = \dfrac{\lambda_{\text{ф}}}{C_{\text{ф}}}\left[\dfrac{\partial^2 t(x,y,z,\tau)}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 t(x,y,z,\tau)}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 t(x,y,z,\tau)}{\partial z^2}\right] + \dfrac{\omega(\tau)}{C_{\text{ф}}}, \\ x \in \triangle \wedge (YY \le y \le (YY + L)) \wedge z \in B \end{cases} \quad (1)$$

где $t_{\text{ф}}$, $\lambda_{\text{ф}}$, $C_{\text{ф}}$ – температура, коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость опалубки с двухфазными термосифонами.

(1) – дифференциальное уравнение теплопроводности с объемно распределенным источником тепла для бетонируемого фрагмента конструкции.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial t_{\text{б}}(x,y,z,\tau)}{\partial\tau} = \dfrac{\lambda_{\text{б}}}{C_{\text{б}}}\left[\dfrac{\partial^2 t(x,y,z,\tau)}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 t(x,y,z,\tau)}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 t(x,y,z,\tau)}{\partial z^2}\right], \\ \left[x \in \triangle \wedge y \in YY \wedge z \in (B + ZZ)\right] \wedge \left[x \in \triangle \wedge (YY \le y \le (YY + L))\right] \wedge \\ \wedge \left[B \le z \le (B + ZZ)\right] \wedge \left[x \in \triangle \wedge ((YY + L) \le y \le (2YY + L)) \wedge z \in (B + ZZ)\right] \end{cases} \quad (2)$$

где $t_{\text{б}}$, $\lambda_{\text{б}}$, $C_{\text{б}}$ – температура, коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость тяжелого бетона.

(2) – дифференциальное уравнение теплопроводности для ранее возведенных участков конструкции.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial t_{y,n}(x,y,z,\tau)}{\partial\tau} = \dfrac{\lambda_{y,n}}{C_{y,n}}\left[\dfrac{\partial^2 t_{y,n}(x,y,z,\tau)}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 t_{y,n}(x,y,z,\tau)}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 t_{y,n}(x,y,z,\tau)}{\partial z^2}\right] + \\ + \dfrac{q_1}{\triangle y \cdot \triangle z \cdot C_{y,n}}, \\ ((x = 0 \vee x = \triangle) \wedge (x = X_f, f = 1,\ldots,u)) \wedge (YY \le y \le (YY + L)) \wedge z \in B \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} -\lambda_{\text{ф}} \dfrac{\partial t_{\text{ф}}(x,y,z,\tau)}{\partial x} + \lambda_n \dfrac{\partial t_n(x,y,z,\tau)}{\partial x} = 0, \\ (x = 0 \vee x = \triangle) \wedge (YY \le y \le (YY + L)) \wedge z \in B \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} -\lambda_n \dfrac{\partial t_n(x,y,z,\tau)}{\partial x} + \lambda_y \dfrac{\partial t_y(x,y,z,\tau)}{\partial x} = 0, \\ (x = 0 \vee x = \triangle) \wedge (YY \le y \le (YY + L)) \wedge z \in B \end{cases} \quad (5)$$

(3), (4), (5) – уравнения теплового примыкания опалубки к телу бетонируемого фрагмента в случае, когда линейный источник тепла q_1 нельзя приводить к условно плоскому источнику тепла $q_{on}(\tau)$.

$$\begin{cases} \pm\lambda_{\text{ф}} \dfrac{\partial t_{\text{ф}}(x,y,z,\tau)}{\partial x} = q_{on}(\tau) + K_{np}\left[t_{\text{ф}}(x,y,z,\tau) - \theta_{\text{э}}(\tau)\right], \\ (x = 0 \vee x = \triangle) \wedge (YY \le y \le (YY + L)) \wedge z \in B \end{cases} \quad (6)$$

(6) – то же в случае, когда можно линейный источник тепла привести к условно плоскому, является комбинацией граничных условий IIи III родов.

$$\begin{cases} -\lambda_{б}\dfrac{\partial t_{б}(x,y,z,\tau)}{\partial x}=\alpha_{н}\left[t_{б}(x,y,z,\tau)-\theta_{э}(\tau)\right], \\ \left[(x=0\vee x=\triangle)\wedge y\in YY\wedge z\in(B=ZZ)\right]\wedge\left[(x=0\vee x=\triangle)\wedge(YY\le y\le(YY+L))\wedge\right. \\ \left.\wedge(B\le z\le(B+ZZ))\right]\wedge\left[(x=0\vee x=\triangle)\wedge(YY+L)\le y\le(2YY+L)\wedge z\in(B+ZZ)\right] \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} -\lambda_{б}\dfrac{\partial t_{б}(x,y,z,\tau)}{\partial z}+\lambda_{ф}\dfrac{\partial t_{ф}(x,y,z,\tau)}{\partial z}=0, \\ x\in\triangle\wedge\left(y\in YY\vee(YY+L)\le y\le(2YY+L)\right)\wedge z=B \\ x\in\triangle\wedge\left(y=YY\vee y=(YY+L)\right)\wedge z\in B \end{cases} \quad (8)$$

(7), (8) – граничные условия IV рода на границах теплового контакта возводимого фрагмента и ранее возведенных участков конструкции.

$$\begin{cases} -\lambda_{ф}\dfrac{\partial t_{ф}(x,y,z,\tau)}{\partial z}=K_{пр2}\left(t_{ф}(x,y,z,\tau)\right)-\theta_{э}(\tau), \\ x\in\triangle\wedge\left(YY\le y\le(YY+L)\right)\wedge z=0 \end{cases} \quad (9)$$

(9) – граничные условия III рода на боковых поверхностях бетонируемого фрагмента.

$$\begin{cases} t_{ф}(x,y,z,\tau)=\text{const}=\theta_{э}(\tau), \\ \{[x\in\triangle\wedge y\in YY\wedge z\in(B+ZZ)]\wedge[x\in\triangle\wedge(YY\le y\le(YY+L))\wedge B\le z\le(B+ \\ +ZZ)]\wedge[x\in\triangle\wedge((YY+L)\le y\le(2YY+L))\wedge z\in(B+ZZ)]\},\tau=0 \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} t_{ф}(x,y,z,\tau)=\text{const}=t_{н}, \\ x\in\triangle\wedge\left(YY\le y\le(YY+L)\right)\wedge z\in B\wedge\tau=0 \end{cases} \quad (11)$$

(10), (11) – начальные условия.

$$\begin{cases} t(x,y,z,\tau)=\text{const}=\theta_{э}(\tau), \\ \left[x\in\triangle\wedge(y=0)\vee\left(y=(L=2YY)\right)\wedge z\in(B+ZZ)\right]\wedge\left[x\in\triangle\wedge y\in(L+2YY)\wedge z=(B+ZZ)\right] \end{cases} \quad (12)$$

(12) – граничные условия I рода в конце зон теплового влияния бетонируемого фрагмента.

$$\frac{\partial t_{ф,б}(x=\triangle/2,y,z,\tau)}{\partial x}=0 \quad (13)$$

(13) – условие тепловой симметрии при $x = \Delta/2$.

Численное решение дифференциальных уравнений (1–13) выполнено с помощью специального алгоритма на сертифицированном программном обеспечении. Следующим этапом расчета является, аппроксимация уравнения (1) по неявной разностной схеме дробных шагов Н.Н. Яненко [8]:

$$\begin{aligned} \frac{t_{i,j,k}^{n+1/3}-t_{i,j,k}^{n}}{1/3\triangle\tau}&=\frac{\lambda}{c}\left[\Lambda_{xx}\left(t_{i,j,k}^{n+1/3}\right)+\Lambda_{yy}\left(t_{i,j,k}^{n+1/3}\right)+\Lambda_{zz}\left(t_{i,j,k}\right)\right]+\frac{1}{3}\triangle\tau\varphi \\ \frac{t_{i,j,k}^{n+2/3}-t_{i,j,k}^{n+1/3}}{1/3\triangle\tau}&=\frac{\lambda}{c}\left[\Lambda_{xx}\left(t_{i,j,k}^{n+1/3}\right)+\Lambda_{yy}\left(t_{i,j,k}^{n+2/3}\right)+\Lambda_{zz}\left(t_{i,j,k}^{n}\right)\right]+\frac{1}{3}\triangle\tau \\ \frac{t_{i,j,k}^{n+1}-t_{i,j,k}^{n+1/3}}{1/3\triangle\tau}&=\frac{\lambda}{c}\left[\Lambda_{xx}\left(t_{i,j,k}^{n+1/3}\right)+\Lambda_{yy}\left(t_{i,j,k}^{n+2/3}\right)+\Lambda_{zz}\left(t_{i,j,k}^{n+1}\right)\right]+\frac{1}{3}\triangle\tau\varphi \end{aligned} \quad (14)$$

Решение уравнений (14) имеет вид

$$\begin{cases} t_{i,j,k}^{n+1/3} = \alpha_{i,j,k} t_{i+1,j,k}^{n+1/3} + \beta_{i,j,k} \\ t_{i,j,k}^{n+2/3} = \vartheta_{i,j,k} t_{i+1,j,k}^{n+2/3} + \gamma_{i,j,k} \\ t_{i,j,k}^{n+1} = \varphi_{i,j,k} t_{i,j,k+1}^{n+1} + \psi_{i,j,k} \end{cases} \quad (15)$$

По аналогии с (15) запишем

$$\begin{cases} t_{i-1,j,k}^{n+1/3} = \alpha_{i-1,j,k} t_{i-1,j,k}^{n+1/3} + \beta_{i-1,j,k} \\ t_{i,j-1,k}^{n+2/3} = \vartheta_{i,j-1,k} t_{i,j-1,k}^{n+2/3} + \gamma_{i,j-1,k} \\ t_{i,j,k-1}^{n+1} = \varphi_{i,j,k-1} t_{i,j,k}^{n+1} + \psi_{i,j,k-1} \end{cases} \quad (16)$$

Решая совместно уравнения (15) и (16), находим

$$\begin{cases} t_{i-1,j,k}^{n+1/3} = \alpha_{i,j,k}\alpha_{i-1,j,k} t_{i+1,j,k}^{n+1/3} + \beta_{i,j,k}\alpha_{i-1,j,k} + \beta_{i-1,j,k} \\ t_{i,j-1,k}^{n+2/3} = \vartheta_{i,j,k}\vartheta_{i,j-1,k} t_{i,j+1,k}^{n+2/3} + \gamma_{i,j,k}\vartheta_{i,j-1,k} + \gamma_{i,j-1,k} \\ t_{i,j,k-1}^{n+1} = \varphi_{i,j,k}\varphi_{i,j,k-1} t_{i,j,k+1}^{n+1} + \psi_{i,j,k}\varphi_{i,j,k-1} + \varphi_{i,j,k-1} \end{cases} \quad (17)$$

После подстановки соответствующих выражений (15–17) имеем

$$\begin{cases} t_{i-1,j,k}^{n+\frac{1}{3}} = \dfrac{A_1 + B_1\alpha_{i,j,k}\alpha_{i-1,j,k}}{C_1} t_{i+1,j,k}^{n+\frac{1}{3}} + \dfrac{B_1\beta_{i,j,k}\alpha_{i-1,j,k} + B_1\beta_{i-1,j,k} + F_1 + \frac{1}{3}\Delta\tau\varphi}{C_2} \\ t_{i,j-1,k}^{n+\frac{2}{3}} = \dfrac{A_2 + B_2\vartheta_{i,j,k}\vartheta_{i,j-1,k}}{C_2} t_{i,j+1,k}^{n+\frac{2}{3}} + \dfrac{B_2\gamma_{i,j,k}\vartheta_{i,j-1,k} + B_2\gamma_{i,j-1,k} + F_2 + \frac{1}{3}\Delta\tau\varphi}{C_2} \\ t_{i,j,k-1}^{n+1} = \dfrac{A_3 + B_3\varphi_{i,j,k}\varphi_{i,j,k-1}}{C_3} t_{i,j,k+1}^{n+1} + B_3\psi_{i,j,k}\psi_{i,j,k-1} + B_3\psi_{i,j,k-1} + F_3 + \frac{1}{3}\Delta\tau\varphi \end{cases} \quad (18)$$

Сравнивая соответствующие уравнения (15) и (18), находим прогоночные коэффициенты:

$$\begin{cases} \alpha_{i,j,k} = \dfrac{A_1}{C_1 - B_1\alpha_{i-1,j,k}}; \beta_{i,j,k} = \dfrac{B_1\beta_{i-1,j,k} + F_1 + 1/3\Delta\tau\varphi}{C_1 - B_1\alpha_{i-1,j,k}} \\ \vartheta_{i,j,k} = \dfrac{A_2}{C_2 - B_2\vartheta_{i,j-1,k}}; \gamma_{i,j,k} = \dfrac{B_1\gamma_{i,j-1,k} + F_2 + 1/3\Delta\tau\varphi}{C_2 - B_2\vartheta_{i,j-1,k}} \\ \varphi_{i,j,k} = \dfrac{A_3}{C_3 - B_3\varphi_{i,j,k-1}}; \psi_{i,j,k} = \dfrac{B_1\psi_{i,j,k-1} + F_3 + 1/3\Delta\tau\varphi}{C_3 - B_3\varphi_{i,j,k-1}} \end{cases} \quad (19)$$

Проверка теоретических данных осуществлялась экспериментально на фрагментах бетонной стены размерами 1,2×1,2×0,2 м с толщиной стальной формы 3 и 6 мм при шагах нагревателей от 100 до 300 мм (удельной мощности 200–1200 Вт/м^2) и температуре наружного воздуха от –10 до –30 °С.

Полученные экспериментальные данные обработаны с использованием стандартных методов математической статистики и показаны в виде номограммы для определения оптимального шага расположенных вплотную линейных нагревателей и на расстоянии 30 мм к форме толщиной от 1 до 6 мм, обеспечивающего температурные градиенты на поверхности формы в пределах 0,8–5 °С (рис. 2).

По результатам измерений были построены графики изменения температурных полей на форме при различном шаге нагревателей и расстоянии между формой и нагревателем (рис. 3).

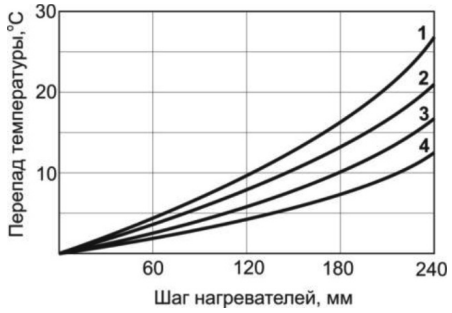


Рис. 2. Номограмма для определения основных характеристик линейных нагревателей

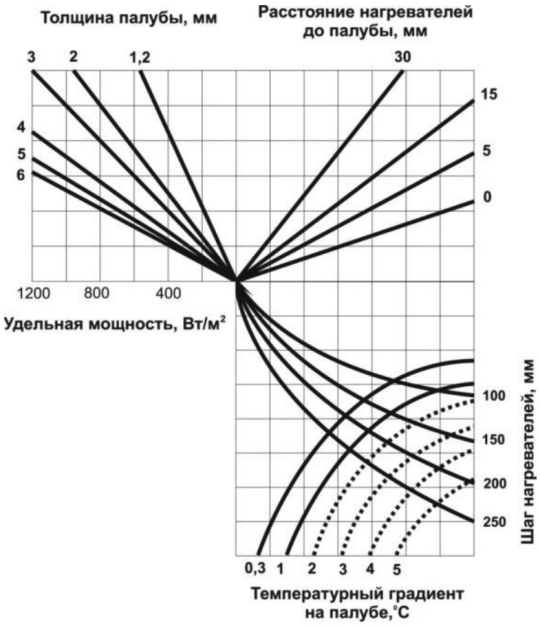


Рис. 3. Графики изменения температурных перепадов на форме при различном шаге линейных нагревателей: 1 – вплотную к форме; 2, 3 и 4 – на расстоянии 5, 14 и 30 мм от формы

Данные графиков и номограммы показывают причинно-следственную взаимосвязь между изменениями удельной мощности, толщиной формы, расстоянием нагревателей до стенки формы, шагом нагревателей, а также температурным градиентом. На основании вышерассмотренных положений и расчетов оптимальная скорость подъема температуры для среднемассивных монолитных конструкций составляет не более 10 град/час. Приведенными расчетами выявлено, что возможность энергосбережения разработанным методом составляет 20% при гарантированном отсутствии деструктивных процессов в бетоне, ранее установленные С.Н. Шпанко [10].

Выводы

1. Предложен способ термообработки монолитных бетонных конструкций при бетонировании стены с нагревателями из двухфазных сифонов (разновидность тепловых труб), работающих от любых видов тепловой энергии.

2. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена математическая модель температурных полей, исходящих от конструкции стены, примыкающей к ранее уложенным участкам стены и плит перекрытий.

3. Разработанная математическая модель дает возможность заменить линейный источник тепла на условно цилиндрический, что, в свою очередь, заметно упрощает процесс написания программного кода на языке программирования.

4. Разработана методика графического расчета для определения оптимального шага линейных нагревателей при различном расположении их на форме.

5. При внедрении данного способа подтверждена возможность энергосбережения до 20% с гарантированным качеством выполнения бетонных работ при отрицательных температурах, ранее установленных С.Н. Шпанко.

Список литературы

1. Головнев С.Г. Зимнее бетонирование: этапы становления и развития // Вестник ВГАСУ. Серия: строительство и архитектура. 2013. № 31–2. С. 529–534.

2. Гнам П.А., Кивихарью Р.К. Технологии зимнего бетонирования в России // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 9. С. 7–25.

3. Семенов К.В., Барабанщиков Ю.Г. Термическая стойкость массивных бетонных фундаментных плит и ее обеспечение в строительный период зимой // Строительство уникальный зданий и сооружений. 2014. № 2. С. 125–135.

4. Гныря А.И., Титов М.М., Кузнецов С.М. Организационно-технологическая надежность устройств для электроразогрева бетонных смесей // Механизация строительства. 2011. № 3. С. 2–5.

5. Минаков Ю.А., Кононова О.В., Анисимов С.Н., Грязина М.В. Управление кинетикой твердения бетона при отрицательных температурах // Фундаментальные исследования. 2013. № 4–2. С. 307–311.

6. Дудин М.О., Ватин М.И., Барабанщиков Ю.Г. Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 2. С. 33–45. DOI: 10.5862/MCE.54.4.

7. Ляшков В.И. Теоретические основы теплофизики. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2005. 260 с.

8. Яненко Н.Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. Новосибирск: Б.и., 1966. 255 с.

9. Mestnikov A.E., Turantaev G.G., Fedorov V.I. Mathematical model of the thermodynamic system during winter concreting of bored piles. E3S Web of Conferences. 2019. vol. 97. P. 1–6. DOI: 10.1051/e3sconf/20199706014.

10. Завалишина Т.В., Шпанко С.Н. Энергосберегающий режим электрообогрева при зимнем бетонировании строительных конструкций // Изв. ВУЗ-ов. Строительство. 2000. № 9–10. С. 65–75.

УДК 623.618.3/.618.5

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ В СЕТЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

[1]Цветков А.Ю., [2]Самсонов Ф.А., [1]Галанкин А.В., [1]Прохоров М.А.

[1]ФГБОУ ВПО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург, e-mail: cau@eandex.ru;

[2]Военно-научный комитет Вооруженных сил Российской Федерации, Москва, e-mail: phas@mail.ru

При проектировании автоматизированных систем специального назначения выделяют три основных области конструкторских решений, направленных на повышение эффективности управления информационными потоками в сетях, лежащих в основе рассматриваемых автоматизированных систем специального назначения. Первая из них в основном касается физических аспектов построения информационной сети, а именно, возможности обеспечения связности по информационным каналам и распределение одного канала между пользователями. Вторая объединяет вопросы автоматического управления информационной сетью автоматизированной системы специального назначения, рассматриваемые главным образом с точки зрения управления линиями связи и выбора маршрутов. Третья область включает вопросы сопряжения информационной сети и пользователей, а также некоторые практические аспекты работы и технического обслуживания сети. Все эти три области можно обобщить одним свойством – направленностью на повышение эффективности использования ресурсов информационной сети автоматизированной системы специального назначения. В работе исследована возможность повышения эффективности управления информационными потоками автоматизированной системы специального назначения на основе использования метода локально-оптимального поиска. Достоинством данного метода является простота его применения Показана его эффективность при организации управления информационными потоками в сетях автоматизированных систем специального назначения.

Ключевые слова: автоматизированная система специального назначения, информационная сеть, эффективность управления, имитационная модель, локально-оптимальный поиск, управляемые переходы

DEVELOPMENT OF METHOD TO INCREASE EFFICIENCY OF INFORMATION FLOW MANAGEMENT IN SPECIAL PURPOSE NETWORKS OF AUTOMATED SYSTEMS VIA SIMULATION MODEL

[1]Tsvetkov A.Yu., [2]Samsonov F.A., [1]Galankin A.V., [1]Prokhorov M.A.

[1]Military Space Academy named after A.F. Mozhayskiy, St. Petersburg, e-mail: cau@yandex.ru;

[2]Military Scientific Committee of the Armed Forces of the Russian Federation, Moscow, e-mail: phas@mail.ru

When designing special purpose automated systems, three main areas of design solutions are identified, aimed at improving the efficiency of information flow management in networks underlying considered special purpose automated systems. The first is mainly concerned with physical aspects of information network construction, namely the ability to communicate over information channels and the distribution of one channel between users. The second combines automatic management issues of the information network of the automated special purpose system, which are considered mainly from the view point of link management and route selection. The third area includes the interface between the information network and users, as well as some practical aspects of network operation and maintenance. All three areas can be summarized by a single feature aimed at increasing the efficiency of information network the resources of the automated special purpose system. It is explored the possibility of improving the information flow management efficiency of the automated special purpose system based on using of the local-optimal search method. The advantage of this method is the simplicity of its application. It is shown the efficiency of the method in organization of information flow management in special purpos automated systems.

Keywords: automated special purpose system, information network, control efficiency, simulation model, local-optimal search, controlled transitions

Среди наиболее известных способов повышения использования ресурсов информационной сети автоматизированной системы специального назначения (АССН) известен способ под названием динамическое управление потоками информации, который позволяет минимизировать задержку при передаче пакетов [1, 2]. Разработанная процедура оптимизации управления передачей пакетов в информационной сети позволяет соседним с периодически недостижимым узлом информационной сети (с малым временем активности) распределять ресурсы таким образом, чтобы передать этому узлу наибольшее количество пакетов, адресованных ему. Аналогичная процедура может применяться и при недостижимости нескольких узлов информационной сети АССН.

Цель исследования: повышение эффективности управления целевыми информа-

ционными потоками от различных источников сообщений сети автоматизированной системы специального назначения достоверной и оперативной доставки сообщений.

Для решения поставленной задачи используется оптимизационный алгоритм на основе метода локально-оптимального поиска, использующий графы соседства в пространстве управления.

В АССН передача между двумя узлами обычно производится по нескольким путям, среди которых один принимается за основной, а остальные – за обходные. При этом на каждом узле задается перечень исходящих ветвей (направлений связи), которые можно использовать при передаче информации к каждому из остальных узлов информационной сети и порядок выбора этих ветвей [3, 4]. В терминологии построения информационных сетей АССН существует понятие – план распределения информации, который говорит о том, что для данного узла заданы состав допустимых исходящих направлений и порядок их выбора при установлении связи с любым из других узлов сети. Если такой план задан для каждого узла сети, то считается, что он задан для всей сети. Перечень допустимых исходящих направлений и порядок их выбора можно задать в виде матрицы маршрутов. Матрица маршрутов может быть задана как для собственного потока, т.е. потока поступающего от абонентов узла, так и для транзитных потоков, т.е. потоков, поступающих от других узлов сети. Если для каждого узла информационной сети заданы обобщенные матрицы маршрутов как для собственных, так и для транзитных информационных потоков, то они определяют планы как распределения информации, так и ограничения объема поступающей в сеть информации [2].

В имитационной модели (ИМ) пакет w_j, $j = [1', J]$, описывается набором признаков P_k, $k = [1', K]$, где K – количество признаков используемых в ИМ для описания пакетов, J – количество пакетов в сети [5]. Набор признаков p_k, используемых для описания пакетов, будем называть характеристикой пакета и обозначим $\chi(w_j)$:

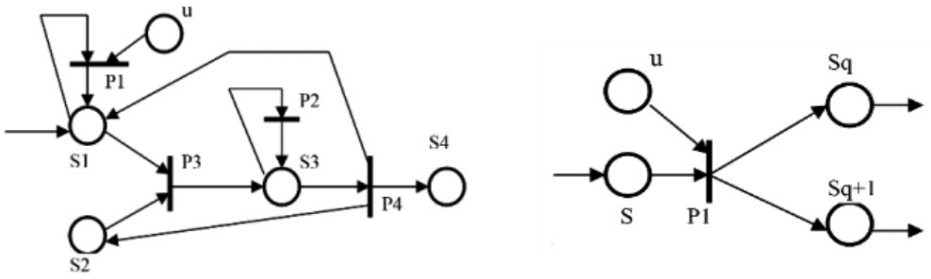
$$\chi(w_j) = (p1, p2, p3, p4, \lambda \ldots).$$

Символ λ в $\chi(w_j)$ используется на месте тех признаков, которые не использовались для описания данного j-пакета. Признак p_k принимают различные значения π_V^K, $V = [1, 'N_k]$, N_k – число различных значений k-го признака. Если зафиксировать некоторый набор значений признаков $p_k = \chi(w_j)$, то будет считать, что пакет w_j пребывает в состоянии $S\mu$, $\mu = [1, 'M_j]$, соответствующем этому зафиксированному набору значений p_k, M_j – число значимых признаков j-го пакета. Очевидно, что $\max M_j = \prod_{k=1}^{k=K_j} N_k$, где K_j – число значимых признаков в $\chi(w_j)$. Событие сопровождает переход из i-го состояния в другое. Соседние состояния различаются одним значением признака в $\chi(w_j)$. Выбор набора признаков для описания пакетов и диапазона измерений их значений производится в зависимости от особенностей реальной проблемной области и требуемой степени подробности ее описания в модели сети АССН. На практике используется значительно меньшее число различимых состояний пакетов информационной сети, чем это дается оценкой $\max M_j$. Происходит это потому, что не при каждом изменении значений признаков p_k происходят действия над пакетами, а лишь при достижении этими признаками некоторых критических значений. Эти критические значения, определяющие переходы между различными состояниями, известны заблаговременно и могут контролироваться в ходе работы ИМ. В некоторых случаях существуют состояния в которых значения части признаков не принимаются во внимание. Признаки $p_k \in \chi(w_j)$, по значениям которых оценивается принадлежность w_j тому или иному состоянию $S\mu$, будем называть характерными признаками μ-го состояния [5].

Присутствие пакета на маршруте w_q будет представлять в ИМ как пребывание его в некотором состоянии $S\mu$. Признак, характеризующий временное и пространственное расстояние до вершины адресата, будет являться характерным признаком этого состояния. В вычислительных системах АССН отводится память для размещения характеристик пакетов $\chi(w_j)$, находящихся в состоянии $S\mu$. Представлять это будем двояко:

1. $w_j \in S\mu$
2. $\chi(w_j) \in M\mu$, где $M\mu$ – массив памяти ЭВМ.

При этом в первом случае имя состояния $S\mu$ становится именем подмножества пакетов w_j находящихся в этом состоянии, во втором, $M\mu$ считается именем подмножества характеристик $\chi(w_j)$ записанных в нем. С учетом все этих представлений маршрут w_q в ИМ представляется массивом $M\mu$, на котором определены 2 оператора: $P1$ и $P2$. $P1$ производит изменение во времени значений признаков в характеристиках $\chi(w_j) \in M\mu$. $P2$ контролирует значения характерных для μ-состояния признаков в характеристиках и исключает из $M\mu$ те $\chi(w_j)$, у которых характерные признаки достигли критического значения.



а) *б)*

Рис. 1. Варианты описания вершины V_i

В ИМ вершина V_i описывается достаточно разветвленной структурой, представляющей процесс многоканального и многофазного обслуживания пакетов (рис. 1).

Аппараты такого обслуживания будем представлять также наборами признаков, образующими характеристики узлов информационной сети:

$$\chi(a_m) = (p1, p2, p3, \lambda, p5\ldots),$$

где a_m – имя m-го узла информационной сети, $m \in [1,'M]$, M – число узлов сети, λ – используется на месте признаков, которые не применяются для описания данного узла информационной сети АССН.

В представленной на рис. 1 структуре вершины v_i состояние $S1$ соответствует состоянию ожидания обслуживания. В $S1$ попадают все пакеты после завершения маршрута, для постановки в очередь на обслуживание. Управление пакетами в очереди производится приданием им различных приоритетов на обслуживание (т.е. выбор из очереди). Такое управление пакетами в очереди производится оператором $P1$ под действием управляющего элемента U задаваемого извне. Оператор $P1$ будем называть управляемым переходом перестановки. Используемый в ИМ управляемый переход – это операторы специального вида, реализуемые в виде программы со свободным полем памяти, которое заполняется извне перед каждым вариантом имитации процесса.

Свободные аппараты обслуживания находятся в состоянии $S2$. Выбор пакета из очереди (состояния $S1$) производится оператором $P1$. Одновременно с этим производится выбор свободного аппарата обслуживания пакетов. Обслуживание осуществляется оператором $P2$, определенным на множестве характеристик $(\chi(w_j), \chi(a_m)) \in S3$, $P2$ изменяет во времени характерные признаки p_k характеристик пакета и узла.

В случае достижения этими характерными признаками в состоянии $S3$ критических значений соответствующих характеристик $\chi(w_j)$ и $\chi(a_m)$ пересылаются оператором $P4$:

– в состоянии $S1$, отсылаются характеристики пакета на следующую фазу обслуживания;

– в состоянии $S2$, отсылаются пакеты характеристики освободившихся узлов m;

– в состоянии $S4$ отсылаются характеристики пакетов, закончивших обслуживание и покидающих вершину v_i.

Другая интерпретирующая структура представляет ветвление потока (рис. 1, б). Точки ветвления потока в модели информационной сети АССН являются точками управления. Допустим, известно, что через вершину v_i, на которой происходит ветвление потока, за время $T1$ должно пройти $n = n1 + n2$ пакетов, где n_1 – по маршруту w_1 и n_2 – по маршруту w_2. Таким образом количество вариантов прохождения этой вершины пакетами будет равно $n!/(n_1!n_2!)$ и будет отличаться направлениями адресации. Например, если $n_1 = 3$ и $n_2 = 2$, то варианты прохождения будут 11221, 22111, 12121, 21112 и т.д. Выбор того или иного варианта адресации пакетов, проходящих через точку ветвления, является управляющим воздействием на процесс перемещения пакетов в сети на интервале $T1$. В представленной структуре ветвления потока распределение характеристик пакетов, покидающих вершину v_i, производится оператором $P1$, который является управляемым оператором и реализует задаваемый извне вариант распределения пакетов по маршрутам, будем называть его управляемым переходом (УП) ветвления.

УП выполняющий функции выбора направления передачи называется УП первого рода (рис. 2, а), УП выполняющий функции выбора пакетов из очереди – УП второго

рода (рис. 2, б). На представленных рис. 3 и 4 a, b, c, d – поток поступающих пакетов, Z(1) и Z(2) – вектора управляющего воздействия на переход, т.е. программа его работы. Вектор Z записывается перед каждым началом имитации. В нашем случае Z(1) состоит из номеров УПР адресатов, а Z(2) содержит приоритеты пакетов, согласно которым они выбираются из очереди.

Если определить заполнение всех узлов информационной сети, то можно получить матрицу управления U_f, строками которой является заполнение УП, элементы строки-номера узлов адресатов. Заполнением УП задается некоторая точка в пространстве оптимизации. Каждой такой точке ставится в соответствие матрица U_f.

Сформулируем задачу оптимизации:

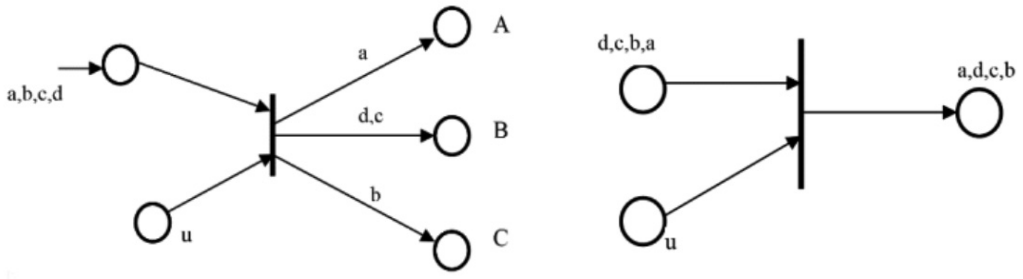
1. Область поиска решения задается с помощью графа решения $G(U_f)$. $G(U_f)$ строится на множестве $\{U_f\}$ матриц управления, $F = [1, F]$, где F – мощность множества матриц управления.

2. Матрицы U_f являются вершинами графа $G(U_f)$. Каждая вершина графа $G(U_f)$ помечается значением оценочного функционала L_f, т.е. значением критерия достигаемого путем построения с помощью ИМ одного варианта имитации процесса при заданной U_f.

3. Имеется набор P правил p преобразования матриц U_f. Применение правил p к тем или иным матрицам не порождает новых матриц.

4. Цель управления формулируется в виде указаний: найти на графе $G(U_f)$ вершину с экстремальным значением функционала L_f.

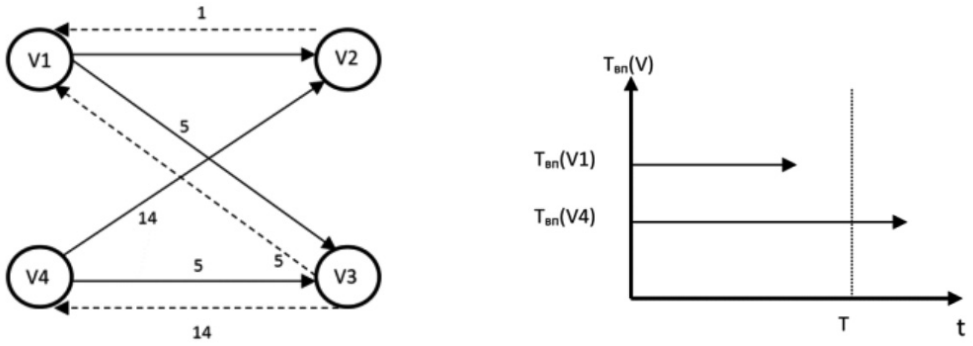
Правило p для УП первого типа имеет вид $a\rightarrow$, $b\rightarrow$, $a\leftarrow$, $b\leftarrow$ и т.д., где стрелкой обозначено направление сдвига символов a, b в заполнении УП. Правило p для УП второго типа имеет вид: $\pi^i_f + \Delta\pi^i_{f+1}$; $\pi^i_f - \Delta\pi^i_{f+1}$, где π_f – значение приоритета I-того пакета в f-той матрице управления, $\Delta\pi^i_{f+1}$ – приращение приоритета при переходе к $f + 1$ матрице управления.



а) *б)*

Z(1) = (a(A), b(C), c(B), d(B)) *Z(2) = (a(4), b(1), c(2), d(3))*

Рис. 2. Варианты управляемого перехода



а) *б)*

Рис. 3. Пример оптимизационного алгоритма

Оптимизационный алгоритм является реализацией метода локально-оптимального поиска [6], использующего графы соседства в пространстве управления. Вершинами графов соседства служат матрицы управления U_f. На основе анализа решаемой задачи построение соседних матриц предлагается осуществить путем перемещения на N разрядов влево в строках матрицы U_f номеров узлов информационной сети, у которых время активности меньше по сравнению с другими. Можно ожидать, что при этом на сети будут создаваться условия, при которых пакеты, пересылаемые в данный узел информационной сети, будут адресоваться в нее раньше. Перемещая номера узлов информационной сети в строках матрицы управления на 1, 2, …, N разрядов влево, будем получать однососедние, двухсоседние, N – соседние матрицы управления. Идею этой процедуры рассмотрим на примере (рис. 3).

Среди вершин графа выделим подмножество вершин, передающих массив информации узлу информационной сети. На рис. 3, а это вершины $V1$ и $V4$, для них задается план передачи в числах пакетов $Q(v1)$ и $Q(v4)$. В частности, $Q(v1) = 19$, $Q(v4) = 14$. Окончанием процесса будем считать момент, когда будут переданы все пакеты. Определим конечную ситуацию, как на рис. 3, б, где горизонтальные линии соответствуют времени, в течении которого каждая из УПР ведет передачу. В качестве критерия оптимизации принимается $\min\max T_{\text{вп}}(V_i)$, где $T_{\text{вп}}(V_i)$ момент выполнения плана I-м узлом информационной сети (момент окончания передачи узлом). Допустим, конечная ситуация, представленная на рис. 6, получена при матрице управления вида

$$U1 = \begin{Vmatrix} 3 & 3 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & – & – & – & – & – \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 1 & 4 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 & 1 & 4 & 4 & 1 & 4 & 4 & 4 \\ 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & – & – & – & – & – \end{Vmatrix}.$$

При отстающей вершине $V4$ матрица $U2$, однососедняя к $U1$, имеет вид:

$$U2 = \begin{Vmatrix} 3 & 3 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & – & – & – & – \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 & 1 & 4 & 4 & 1 & 4 & 4 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & – & – & – & – \end{Vmatrix}.$$

В $U1$ преобразованию подвергается строка c_i, $i = 3$ путем смещения четверок на 1 разряд влево:

$$c_3 \in U1 \quad \begin{matrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 1 & 4 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 & 1 & 4 & 4 & 1 & 4 & 4 & 4 \\ & & & & & 4 & & & 4 & 4 & 4 & 4 & & 4 & 4 & & 4 & 4 & 4 \\ & & & & 4 & & & 4 & 4 & 4 & 4 & & 4 & 4 & & 4 & 4 & 4 & \end{matrix}$$

Таким образом, строка c_3 будет иметь вид: 4 4 4 4 4 1 1 4 4 4 4 1 4 4 1 4 4 4 1.

Алгоритм оптимизации, построенный на основе предложенного способа построения соседних матриц управления, предполагает выполнение следующих этапов:

1. Выбирается случайная матрица управления $U1^{\text{сл}}$.

2. С помощью ИМ строится вариант экстраполяции процесса при заданной $U1^{\text{сл}}$ до момента выполнения плана всеми УПР ПРС, для которых определен план.

3. Строится конечная ситуация вида рис. 6 и определяется отстающая вершина.

4. Осуществляется преобразование $U1^{\text{сл}}$ в целях получения однососедней матрицы по номеру отстающей вершины.

После этого идет переход к пункту 2 алгоритма. Алгоритм в цикле по пунктам 2–4 работает до тех пор, пока имеется тенденция к снижению критерия оптимизации. Показателем того, что возможности локальной оптимизации на базе случайной матрицы $U1$ исчерпаны, служат изменения знака приращений критерия оптимизации на последних этапах текущего шага оптимизации. После этого строится новая случайная матрица управления $U1^{\text{сл}}$, и процесс

оптимизации продолжается. Под этапом оптимизации понимается участок алгоритма, состоящий из пунктов 2–4. Шаг – это отрезок процедуры оптимизации между двумя соседними случайными матрицами $U1_a^{сл}$ управления. Работа алгоритма заканчивается либо по достижении целевой ситуации [6], т.е. такой, когда $\forall v_i$, $T_{вп}(v_i) \le T_з$, либо по истечении времени, отведенного для оптимизации.

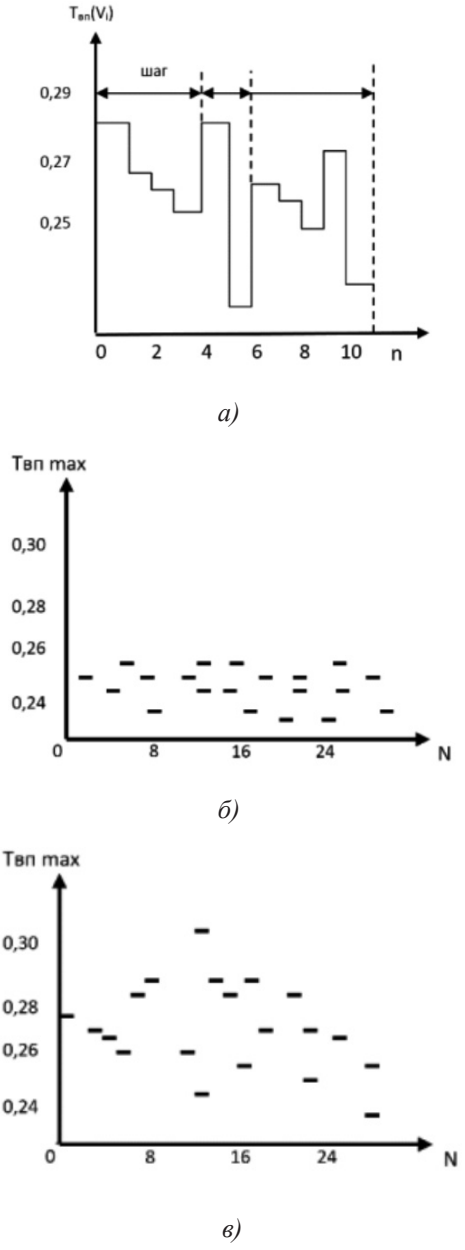


Рис. 4. Поведение критерия оптимизации на шаге оптимизации и полученные результаты

Для рассматриваемого примера была построена и реализована ИМ, с помощью которой проведено исследование процесса перемещения пакетов на сети с точки зрения его оптимизации и определены характеристики эффективности предлагаемого алгоритма оптимизации. Для сопоставления эффективности описанного алгоритма оптимизации с методом случайного поиска [7] была проведена серия из 30 шагов (80 этапов) оптимизации. Характер поведения критерия оптимизации на шаге оптимизации показан на рис. 4, а.

На каждом шаге были выбраны лучшие достигнутые значения критерия (рис. 4, б) и проведено их сопоставление со значениями критерия, полученного при базовой (случайной) матрице управления на том же шаге (рис. 4, в).

Среднее значение критерия, достигнутое в результате оптимизации за 30 шагов, по сравнению со случайным поиском [7] уменьшилось на 8% (с 0,278 до 0,255 мс), а дисперсия уменьшилась более чем в 3 раза. Среднее число этапов на одном шаге оптимизации оказалось равным 2,7. Лучшее значение критерия (T = 0,245 мс), достигнутое в результате оптимизации, меньше лучшего, найденного при случайном поиске на 5,3%.

Заключение

Таким образом, предложенный метод повышения эффективности управления потоками в информационных сетях АССН показал свою достаточную эффективность и простоту применения, что позволит усовершенствовать существующие методы динамического управления потоками при наличии априорной информации о последующем изменении ситуации на сети.

Список литературы

1. Лазарев В.Г. Динамическое управление потоками информации в сетях связи. М.: Радио и связь, 2013. 216 с.

2. Паршенков Н.Я. Комбинированный метод динамического управления потоками на коммутируемой сети связи. М.: Наука, 2012. 236 с.

3. Абросимов Л.И. Базисные методы проектирования и анализа сетей ЭВМ. М.: Университетская книга, 2016. 248 с.

4. Олифер В.Г. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер, 2016. 672 с.

5. Краснощеков А.Д. Имитационные модели сети // Современные направления теоретических и прикладных исследований: материалы международной научно-практической конференции (Иваново, 06 июня 2007 г.). Иваново: Издательство ООО «Научный мир», 2007. С. 89–92.

6. Бурков В.Н. Методы решения экстремальных задач комбинаторного типа (обзор) // Автоматика и телемеханика. 2011. № 1. С. 45–52.

7. Куо Ф.Ф. Протоколы и методы управления в сетях передачи данных. М.: Радио и связь, 1985. 225 с.

УДК 004.932:535.361.2

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СТРУКТУР КОЖИ, КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ И КРОВИ ПОСРЕДСТВОМ ПОСТРОЕНИЯ ВАРИАЦИОННОЙ МАТРИЦЫ ОКТ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Черешнев В.О., Романенко И.М., Кулешов И.В., Проскурин С.Г.

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, e-mail: spros@tamb.ru

Представлены результаты исследования структурных изображений кожи и подкожных кровеносных сосудов человека *in vivo*, полученные при помощи ОКТ системы, на базе интерферометра Майкельсона. Полученные данные подвергнуты компьютерной обработке, при помощи которой были построены гистограммы интенсивности пикселей структурного изображения. Гистограммы интенсивности пикселей для области кожи и сосуда демонстрировали различия в распределениях вероятностей и среднего значения α/β соответствующих подгонок гамма распределения с использованием метода наименьших квадратов при значении коэффициента детерминации, $R^2 \sim 0{,}95$, что свидетельствовало об адекватном количественном описании данных. Также были исследованы области, которые охватывают переход от ткани кожи к области просвета сосуда и крови. Для этого использовался «алгоритм скользящего ящика», двигающий прямоугольник, равный по размеру 150×50 пикселей сверху вниз, строя гистограмму интенсивности. Полученные гистограммы содержат две области, соответствующие гамма распределению области тканевой и области сосуда. Эффект переход регистрировался количественно по уменьшению амплитуды соответствующего пика распределения. Ткани, обладающие наименьшими показателями анизотропии g и наибольшими коэффициентами рассеяния μ_s, отличаются наибольшими интенсивностями вариационной матрицы, что соответствует рассеянным назад фотонам и области течения крови. В то же время ткани с высокими значениями коэффициента анизотропии, в которых сравнительно небольшая часть фотонов отражается или рассеивается назад, показывают относительно небольшую интенсивность на вариационном изображении, что соответствует области кожи.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография (ОКТ), обработка изображений, вариационная матрица, гамма-распределение, спекл-структуры

DIFFERENTIATION OF SKIN, BLOOD VESSELS AND BLOOD STRUCTURES BY MAKING THE OCT IMAGE VARIATION MATRIX

Chereshnev V.O., Romanenko I.M., Kuleshov I.V., Proskurin S.G.

Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: spros@tamb.ru

The results of a study of structural images of human skin and subcutaneous blood vessels *in vivo* acquired using an OCT system based on Michelson interferometer are presented. The obtained data were digitally processed and histograms of pixel intensity of the images were simulated. The histograms of the pixel intensities for the skin region and the vessel showed clear differences in the probability distributions and the average value of α/β of the corresponding gamma distribution fit using the ordinary least squares with determination coefficient of about $R^2 \sim 0.95$, what proved the adequate quantitative description. The transition areas from skin tissue to the lumen of the vessel and blood have been also investigated. To do this, the «sliding box algorithm» that moves a 150x50 pixels rectangle from top to bottom, building an intensity histogram, was applied. The obtained histograms contained two regions corresponding to the gamma distribution of the tissue and vascular regions. The transition effect was quantified by detecting the decrease of the amplitude of the corresponding distribution peak. Tissues with the lowest anisotropy parameter, g, and the highest scattering coefficients, μ_s, are characterized by the highest intensities of the variation matrix, what corresponds to the regions of backscattering and of the blood flow. At the same time, tissues with high anisotropy coefficients, in which a relatively small part of the photons are backreflected or backscattered, show a relatively small intensity in the variance image, what corresponds to the regions of skin.

Keywords: optical coherence tomography (OCT), image processing, variance matrix, Gamma distribution, speckle structure

Оптическая когерентная томография (ОКТ) эффективно используется для построения высокоточных структурных изображений биологических объектов в реальном масштабе времени. Данные работы относятся в основном к медико-биологическим исследованиям, так как точные многомерные изображения биологических тканей способны не только дать исчерпывающую информацию о морфологических особенностях (структурные изображения) живого организма, но и обеспечить понимание динамических процессов (функциональные изображения), происходящих на клеточном уровне. Такой точности и скорости построения многомерных изображений сетчатки глаза, слоёв кожи, кровеносных сосудов, слизистых оболочек при проведении исследований *in vivo* сейчас не способен дать ни один другой метод диагностики, поэтому именно ОКТ заняла особое место в биологических исследованиях живых организмов. Для сравнения, диффузионная оптическая томография (ДОТ) основана на реконструкции трехмерного распределения физических свойств объекта при решении обратной задачи распространения, проникновения оптического излучения со

значительным диффузным рассеянием оптического излучения малой длины волны и когерентности в среде, при этом не обеспечивается разрешающая способность от единиц до долей микрона, что важно при выборе методов исследования *in vivo* (рентгеновской, магнитно-резонансной, ультразвуковой томографии) [1, 2].

Одно из наиболее актуальных направлений развития ОКТ в области биомедицины – это увеличение глубины когерентного зондирования (ГКЗ) и визуализация структуры поверхностных слоев кожи, которая является решающей при ранней диагностике рака кожи. Высокое разрешение ОКТ до микронного масштаба, как правило, недостаточно для прямой визуализации клеточных органелл и исследований субклеточного уровня, поскольку они имеют существенно меньший размер. Тем не менее есть некоторые свидетельства того, что анализ изображений спекл-структур ОКТ позволяет извлечь дополнительную информацию о клетках тканей *in vivo* [3, 4].

Целью данной работы было выявление закономерных связей между функциональными ОКТ изображениями с помощью анализа изменения интенсивности пикселей отдельных частей изображений.

Для решения поставлено задачи были использованы локальные вариации интенсивности пикселей ОКТ изображений для определения средних изменений свойств рассеивателей в исследуемой части ткани. Соответствующие количественные, метрические методы используются для выявления различий структурных (области кожи) и функциональных (области крови) изображений *in vivo*. В частности, пространственное изменение интенсивности спеклов и пикселей изображений количественно определяется путем подгонки исходных данных с функцией гамма-распределения, аналогично методам, использованным в исследованиях высокочастотной ультразвуковой характеристики ткани и ОКТ исследованиях [5, 6]. Распределение интенсивности пикселей аппроксимируется гамма-распределением с использованием алгоритма оптимизации наименьших квадратов.

Материалы и методы исследования

Основным объектом исследования были поверхностные слои кожи человека *in vivo* с подкожными кровеносными сосудами. На рис. 1 представлено ОКТ изображение (В-скан) и вариационная матрица нестандартной ОКТ системы, использующей малоугловое растровое сканирование в плече образца. Исходное изображение – результат сложения 900 А-сканов, ГКЗ увеличена на 25–35 %, размер изображения 2×2 мм. На рисунке отчетливо виден роговой слой эпидермиса, различимы границы структур фасции и кровеносного сосуда. Изображение содержит подкожный кровеносный сосуд диаметром ~1 мм, визуализируемый до глубины 1–1,8 мм.

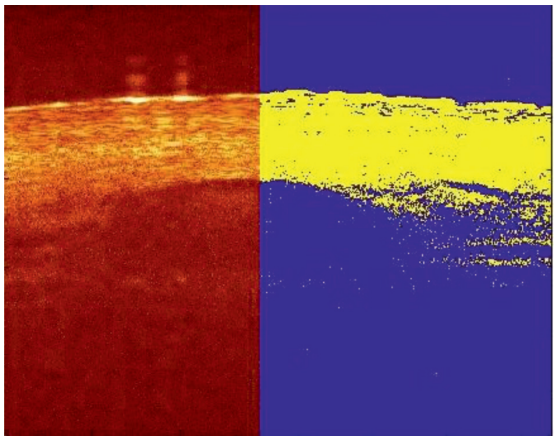


Рис. 1. Структурное ОКТ изображение кожи, сосуда и крови человека in vivo (слева); и обработанная часть – вариационная матрица (справа); размер 2×2 мм

Оптические характеристики ткани и сосудов сильно различаются, а следовательно, им соответствует различная интенсивность пикселей конечного изображения. Для проверки данной гипотезы была построена гистограмма цветов изображения участков кожи и сосудов [7].

Отметим, что исходное изображение имело стандартный канал RGB8, каждый пиксель которого кодируется одним байтом, соответственно, максимальное количество цветов, которые могут быть отображены одновременно – 256 (2^8).

Для построения гистограммы были выбраны несколько прямоугольных областей одинакового размера, соответствующие участкам кожи и сосуда. В дальнейшем полученные гистограммы были усреднены для минимизации погрешности и нахождения правильной формы закономерности (рис. 2).

Необходимо отметить различия в распределении интенсивностей пикселей соответствующих крови и кожи. Для выявления закономерностей гистограмм, результаты были поставлены в соответствие гамма распределениям (2), являющимся обобщением распределения X_i-квадрат (1) и, соответственно, экспоненциального распределения

$$X_n^2(x) = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{a}{2}}}{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)} x^{\frac{a}{2}-1} e^{-\frac{a}{2}}, \qquad (1)$$

где n – число степеней свободы $x = \sum_{i=1}^{n} X_n^2$,

$$f(x,\alpha,\beta) = x^{\alpha-1}\frac{1}{\Gamma(\alpha)}\beta^{\alpha} e^{-\beta x}, \qquad (2)$$

где Г – гамма функция Эйлера: $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{a-1} e^{-x} dx$.

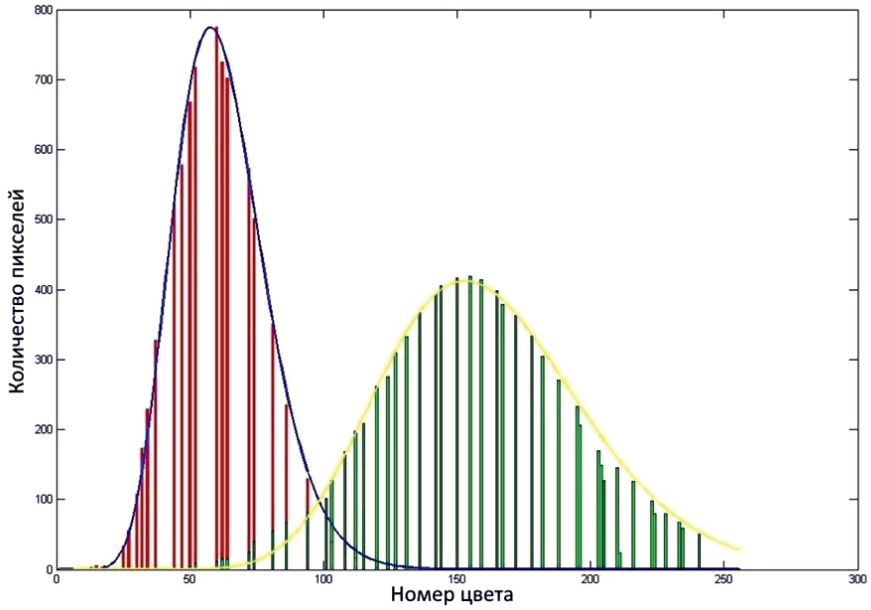


Рис. 2. Гистограмма интенсивности пикселей структурного изображения. Красным цветом показано распределение участков внутри сосуда (крови), зеленым – участков кожи. Синяя и желтая линии – соответствующие гамма-распределения

Гамма-распределение определяется двумя неотрицательными параметрами: α – число степеней свободы (при целом значении степеней свободы гамма-распределение называется распределением Эрланга) и β – коэффициент масштаба, «среднее» распределения, полученное с помощью α/β, использовалось здесь в качестве составной метрики для обнаружения свойств ткани. Как известно, в контексте высокочастотного ультразвука это отношение пропорционально эффективной плотности числа рассеивателей в ткани и может быть связано с изменениями в клетках, влияющими на свойства упругого и квазиупругого рассеяния [8–10].

Полученные распределения показаны (рис. 2) для области кожи и сосуда и отражают четкие различия в распределении интенсивностей пикселей и среднего значения α/β соответствующих графиков гамма-распределения, которое составило, $\alpha/\beta = 2{,}7 \cdot 10^{-4}$ для области крови и $\alpha/\beta = 7{,}0 \cdot 10^{-4}$ для кожи. Теснота подгонки соответствует $R^2 \sim 0{,}95$, демонстрируя хорошее количественное соответствие обработанных данных.

Важной областью исследования является участок структурного изображения (B-скан), который охватывает переход от ткани кожи к области сосуда и крови. Это было получено на основе алгоритма скользящего ящика. В данном подходе прямоугольник, равный по размеру 150×50 пикселей, перемещается сверху вниз изображения. При этом строится гистограмма распределения интенсивностей, полученные результаты представлены на рис. 3.

Из рисунка следует, что переход из области ткани в область сосуда определяется количественно по уменьшению амплитуды и уширению соответствующего пика распределения. Ткани, обладающие наименьшими показателями анизотропии g и наибольшими коэффициентами рассеяния μ_s, отличаются наибольшими интенсивностями изображения. В то же время ткани с высоким показателем коэффициента анизотропии, в которых сравнительно небольшая часть фотонов отражается (рассеивается) назад, имеют относительно небольшую интенсивность на структурном изображении [10–12]. Данный факт подтверждает адекватность полученных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

Представлены гистограммы распределения усредненных областей кожи и сосуда, а также подгонка с помощью методов наименьших квадратов функция гамма-распределения является количественным выраженным эффектом гетерогенности тканей. Полученное значение коэффициента детерминации, R^2, для гистограмм интенсивности демонстрирует существенные различия в значениях параметров формы и масштаба, соответствующие полученным отношениям α/β для области кожи и области крови, что позволяет уверенно проводить дифференциацию тканей и структур ОКТ изображений. Переход из области кожи в область кровеносного сосуда (рис. 3) явно выражен и определяется увеличением среднего значения отношения α/β для соответствующего гамма-распределения. Важно отметить, что площади гистограмм равны площадям соответствующим структурам на изображении.

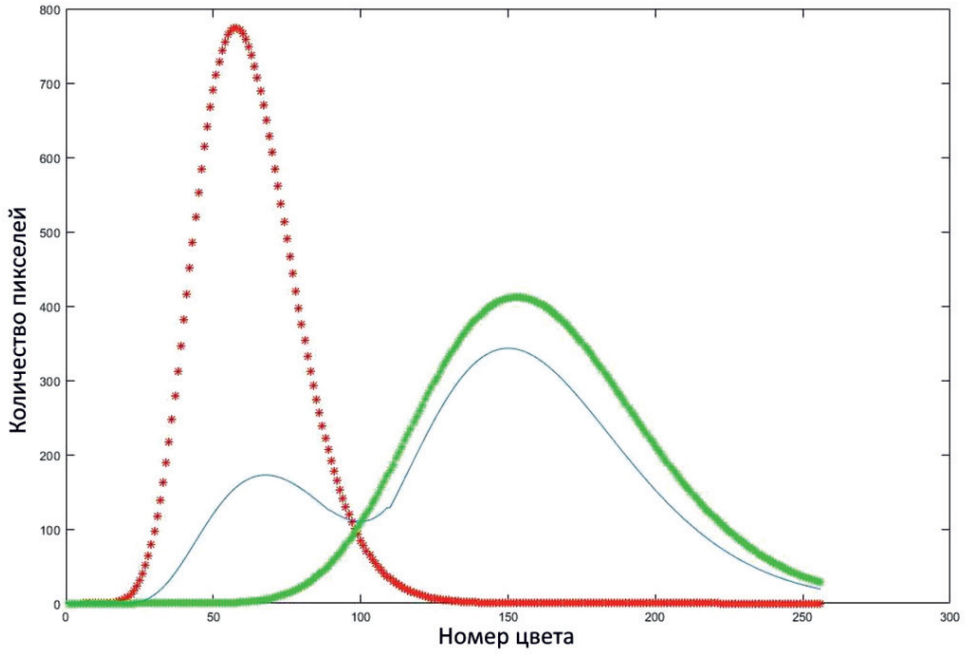


Рис. 3. Гистограмма перехода от ткани к области крови представлена линией синего цвета. Гистограмме крови соответствует красная линия, гистограмме кожи – зеленая

Данный метод позволяет обнаруживать изменения в типе тканей, и используется для анализа интенсивности пикселей и для обнаружения изменений в неоднородности тканей и выявления раковых клеток [5]. Этот метод был применен к 2D-изображениям, хотя его можно использовать и для анализа данных 3D объектов, анализируя трехмерные данные (C-сканы), что позволит учесть очертания сосудов и объемное картирование изменений свойств ткани.

Недостатком описанной реализации программы является использование большой области для реализации алгоритма скользящего ящика – 150×50 пикселей, а также применение усреднений, что приводит к некоторому пространственному размытию и усреднению по потенциально гетерогенным областям тканей. Дальнейшие систематические изменения размера и формы исследуемой области наверняка улучшат пространственное разрешение метода и минимизируют число усреднений, одновременно приводя к более точным подгонкам. При многопараметрическом подходе корреляция биологических событий с пространством биофизических метрических параметров может стать более реалистичной [7]. Можно предположить, что увеличение разрешения оптической система визуализации увеличит точность и производительность алгоритма.

Таким образом, представленный алгоритм количественного анализа пикселей ОКТ изображения на основе подгонки гамма распределения, демонстрирует эффективность в дифференциации различных типов изображений *in vivo* – структурных и функциональных. Представленный метод обладает потенциалом для обнаружения изменений структуры ткани, вызванных заболеваниями (рак кожи) или обусловленных функциональными изменениями (пульсации течения крови) [5–7]. Также возможно обнаружение границ гетерогенных структур с последующей визуализацией 3D объекта.

Выводы

В настоящей работе представленные результаты исследования, в котором, при помощи компьютерного алгоритма, были обработаны структурные ОКТ изображения слоёв кожи и кровеносного сосуда человека *in vivo*. Было выбрано несколько областей, которые содержали участки кожи и крови, после чего построены соответствующие гистограммы интенсивности пикселей. Для минимизации погрешности полученных гистограмм в алгоритм обработки было введено усреднение по различным областям изображения. Полученные графики были аппроксимированы функцией гамма-распределения с использованием метода наи-

меньших квадратов. Параметры формы составили $\alpha/\beta = 2{,}7 \cdot 10^{-4}$ для области крови и $\alpha/\beta = 7{,}0 \cdot 10^{-4}$ для области кожи.

С помощью алгоритма «скользящего ящика» исследована область перехода от неподвижной ткани к крови. Результат построения гистограммы интенсивности определялся количественно по уменьшению амплитуды соответствующей амплитуды пика и формы распределения. Было выявлено, что каждой структуре биообъекта в ОКТ и УЗИ изображении соответствует пик распределения на гистограмме интенсивности пикселей, имеющий форму близкую к правильной форме гамма-распределения.

Дальнейшая работа будет связана с обработкой и сравнением 2D и 3D изображений, а также созданием автоматизированного программного комплекса, основанного на результатах приведённых вычислений. Дальнейшее развитие этого алгоритма позволит создать анатомические карты подкожных кровеносных сосудов человека и животных *in vivo*.

Список литературы

1. Проскурин С.Г., Потлов А.Ю., Фролов С.В. Доплеровское картирование знакопеременного потока со сложной структурой с помощью оптической когерентной томографии // Квантовая электроника. 2014. № 1. С. 54–58.

2. Проскурин С.Г., Фролов С.В., Визуализация кровеносных сосудов при помощи оптической когерентной томографии // Медицинская техника. 2012. № 3. С. 9–14.

3. Schmitt J.M., Xiang S.H., Yung K.M. Speckle in optical coherence tomography. J. Biomed. Opt. 1999. V. 4. P. 95–105.

4. Gossage K.W., Tkaczyk T.S., Rodriguez J.J., Barton J.K. Texture analysis of optical coherence tomography images: feasibility for tissue classification. J. Biomed. Opt. 2003. V. 8. P. 570–575.

5. Lindenmaier Andras A., Conroy Leigh, Farhat Golnaz, DaCosta Ralph S., Flueraru Costel, Vitkin I. Alex. Texture analysis of optical coherence tomography speckle for characterizing biological tissues in vivo. Opt. Lett. 2013. V. 38. P. 1280–1282.

6. Tunis S., Czarnota G.J., Giles A., Sherar M.D., Hunt J.W., Kolios M.C. Monitoring structural changes in cells with high-frequency ultrasound signal statistics. Ultrasound Med. Biol. 2005. V. 31. P. 1041–1049.

7. Maeda A., Leung M.K.K., Conroy L., Chen Y., Bu J., Lindsay P.E., Mintzberg S., Virtanen C., Tsao J., Winegarden N.A., Wang Y., Morikawa L., Vitkin I.A., Jaffray D.A., Hill R.P., DaCosta R.S. In vivo optical imaging of tumor and microvascular response to ionizing radiation. PLoS. 2012. One 7. P. e42133.

8. Hartinger A.E., Nam A.S., Chico-Calero I., Vakoc B.J. Monte Carlo modeling of angiographic optical coherence tomography. Biomed. Opt. Express. 2014. V. 5 (12). P. 4338–4349.

9. Malektaji S., Lima T., Sherif S. Monte Carlo simulation of optical coherence tomography for turbid media with arbitrary spatial distributions. J. Biomed. Opt. 2014. V. 19 (4). P. 046001.

10. Проскурин С.Г., Потлов А.Ю., Галеб К.И.С., Абдулкарим С.Н. Построение структурного изображения биообъекта с использованием растрового усреднения в оптической когерентной томографии // Известия ЮФУ. Технические науки. 2012. № 9. С. 129–134.

11. Данилов С.Н., Кольтюков Н.А., Петров С.В., Чернышова Т.И. Прогнозирование квазигармонического сигнала в пространстве состояний // Вестник ТГТУ. 2016. № 22. С. 374–380.

12. Чернышова Т.И., Третьяков В.В. Применение математического моделирования при реализации методов оценки и повышения метрологического ресурса аналоговых блоков информационно-измерительных систем // Вестник ТГТУ. 2015. № 21. С. 381–387.

УДК 004.91:005.92

СОКРАЩЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

[1,3]Черников Б.В., [2]Кремер Е.А., [3]Борисова Е.А.

[1]ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Москва, e-mail: bor-cher@yandex.ru;

[2]Московский институт электронной техники, Зеленоград, e-mail: kremerea@gmail.com;

[3]Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: lb20062006@yandex.ru

Ежедневно на предприятиях происходит множество событий и процессов, которые требуют отражения в различных документах. Во время производственного процесса необходимо фиксировать практически каждое действие. Большой объем таких действий приводит к постоянному увеличению количества создаваемых документов и, как следствие, росту объема хранилищ и баз данных, выделяемых под эти документы. Всё это приводит к повышенной нагрузке на системы хранения данных, применяемые на предприятии. Увеличение количества документов влечет увеличение трудозатрат людей, которые создают эти документы, используя традиционные способы формирования документов, когда вся текстовая информация вводится с клавиатуры. Существующие способы автоматизации документооборота и документирования не оказывают существенного влияния на сложившуюся ситуацию, а значит, не являются достаточно эффективными. Данный факт позволяет объяснить применение лексикологического синтеза, который позволит исправить сложившееся положение. Лексикологический синтез в аспекте применения его на предприятиях микроэлектроники имеет ряд особенностей. В работе рассмотрена методика сокращения объема текстовых документов, создание которой дает возможность сократить и без того ощутимые результаты в области сокращения объема текстовых документов при хранении.

Ключевые слова: лексикологический синтез, методика, хранение, слабоформализуемый документ, индексная последовательность

REDUCTION OF TEXT DOCUMENTS VOLUME DURING STORAGE AT MICROELECTRONIC INDUSTRY ENTERPRISES

[1,3]Chernikov B.V., [2]Kremer E.A., [3]Borisova E.A.

[1]LLC «Gazprom VNNIGAZ», Moscow, bor-cher@yandex.ru;

[2]Moscow Institute of Electronic Technology, Zelenograd, e-mail: kremerea@gmail.com;

[3]Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: lb20062006@yandex.ru

Every day at the enterprises there are many events and processes that require reflection in various documents. During the manufacturing process, virtually every action needs to be recorded. A large volume of such actions leads to a constant increase in the number of created documents, and as a result, an increase in the volume of storages and databases allocated for these documents. All this leads to an increased load on the storage systems used at the enterprise. An increase in the number of documents entails an increase in the labor costs of the people who create these documents using traditional methods of generating documents when all text information is entered from the keyboard. Existing methods of document management and documentation do not have a significant impact on the current situation, and, therefore, are not sufficiently effective. This fact allows us to explain the use of lexicological synthesis, which will correct the current situation. Lexicological synthesis in the aspect of its application at microelectronics enterprises has a number of features. The paper discusses the methodology for reducing the volume of text documents, the creation of which makes it possible to reduce the already tangible results in the field of reducing the volume of text documents during storage.

Keywords: lexicological synthesis, technique, storage, slightly formalized, index sequence

Появление и распространение компьютеров, а также систем электронного документооборота не оказывает существенного влияния на ситуацию, сложившуюся на предприятиях в сфере документопроизводства. В настоящее время бумажные носители все еще являются основным способом хранения документов. Данная особенность предполагает, что на предприятии скапливаются архивы бумаг внушительных объемов.

Господствующее положение бумажных копий документов над электронными объясняется следующими причинами:

– порядок документооборота на предприятии, описанный в регламентирующих эту сферу документах, таких как внутренние, государственные и ведомственные стандарты;

– меньшая защищенность цифровых копий документов из-за недостаточно быстрого распространения электронных средств защиты текстовых документов, например электронной подписи;

– инертность и консервативность регулирующих органов, партнеров и других организаций в работе с документами;

– высокая юридическая значимость.

Автоматизация документооборота достигается благодаря комплексному подходу к вопросу документооборота и процес-

са документирования на предприятии, где основой является документ [1]. Процесс создания, хранения, обработки и передачи документов является неотъемлемой и очень важной частью деятельности предприятия. Данный факт накладывает особые условия на этот процесс, поэтому к работе с информацией предъявляются требования:

– максимальное сокращение времени, необходимого для создания документа;

– минимально возможный объем создаваемого файла;

– максимальная формализация;

– автоматизация создания документов, независимо от степени их формализации.

Европейские стандарты, такие как MoReq или MoReq2, накладывающие дополнительные ограничения и условия на весь процесс создания документов, подразумевают соответствие требованиям, предъявляемым в нормативах [2, 3]. Повышение удобства работы с документами, в частности их формирования, также является требованием этих стандартов.

Слабоформализуемые документы являются основной частью документооборота на предприятиях микроэлектронной промышленности. Содержание данного типа документов сильно зависит от текущих условий и ситуации и необходимости учета всех особенностей формируемого документа. Слабоформализуемые документы – полнотекстовые, табличные либо смешанные документы, содержание которых существенным образом связано с произвольной, меняющейся от конкретной ситуации структурой. Это документы, обладающие достаточно высокой степенью вариативности. В связи с этим содержательная структуризация слабоформализуемых документов может требовать детализации как взаимосвязи, так и взаимной зависимости композиции текста вплоть до атомарных значений – фрагментов фраз, слов и даже частей отдельных слов [4].

Актуальность исследований в области создания, хранения, обработки и передачи документов на предприятиях обуславливается программой правительства Российской Федерации «Информационное общество» [5], а также постепенным переходом предприятий на электронный документооборот и растущим в связи с этим объемом электронных текстовых документов.

Целью данного исследования является создание модифицированной методики лексикологического синтеза, которая позволит сократить размер сохраняемых слабоформализуемых документов для использования на предприятиях микроэлектроники.

Особенности лексикологического синтеза документов

Лексикологический синтез – технология формирования текстовых фрагментов путем создания фраз на основе комплекса опорных слов, который формируется по результатам глубокого анализа текста совокупности документов путем связывания текстовых фрагментов с конкретным опорным словом, входящих в состав фраз или выражений формируемого текста [4]. Данный способ является одним из наиболее действенных способов для выполнения требований европейских и российских стандартов в области документооборота, который подразумевает автоматизацию создания документов.

В процессе подготовки к лексикологическому синтезу проводится унификация содержащейся в документе информации и создается набор фраз, которые могут находиться в документе. Для каждой такой фразы выбирается слово или словосочетание, наличие которого обозначает, что данная фраза присутствует в документе. В качестве такого слова или словосочетания выбирается то, которое несет основную смысловую нагрузку. Такие слова называются опорными. Совокупность опорных слов с учетом их взаимосвязей образует лексикологическую схему (лексонтологию) документа заданного типа. Лексикологическое дерево создается при помощи полного списка опорных слов, соответствующего заданной лексикологической схеме, и принятия во внимания вида информации, внедряемой в документ. Посредством последовательного выбора опорных слов происходит добавление необходимых формулировок в документ. В процессе формирования документа создается индексная последовательность, которая несет в себе результат выбора опорных слов. Сформированная индексная последовательность является готовым документом и содержит все нюансы содержания выбранного документа. Для возможности просмотра документа третьими лицами необходимо, чтобы у них было установлено необходимое программное обеспечение, в которое внедрено лексикологическое дерево, аналогичное тому, что использовалось во время формирования документа. Итоговый объем хранимого документа на практике оказывается в несколько раз меньше, чем документа, созданного с применением традиционных программных средств. Лексикологический синтез сводит возможность появления ошибок в тексте документа к минимуму, а также уменьшает время и трудозатраты, необходимые для формирования документа.

В качестве дополнительного преимущества обеспечивается легкость чтения готового документа посредством соответствующего программного обеспечения, тем самым не уступая традиционным способам формирования документов. Данные особенности являются важными факторами на предприятиях микроэлектроники.

Все сферы работы предприятия имеют конкретный набор документов. Комплект технической документации на предприятии включает в себя следующие группы [6]:

– конструкторские документы (Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и нормативная документация (ГОСТы серии 2);

– технологические документы (Единая система технологической документации (ЕСТД), ГОСТы серии 3);

– программные документы (на автоматизированные системы, регламентируются ГОСТами серии 34; на программные продукты – ГОСТами серии 19);

– эксплуатационные документы;

– ремонтные документы.

Информацию в любом документе можно разделить на переменную и постоянную информацию. Документный анализ позволяет вычленить постоянную информацию, которая индивидуальна для каждого типа документов. Унификация текста позволит добавить переменную информацию, принадлежащую ограниченному множеству вариантов выбора. Такую информацию можно причислить к типу переменной унифицированной, потому что количество вариантов выбора является конечным. В процессе создания документа постоянная информация вносится автоматически. Унифицированная переменная информация вносится в процессе выбора нужных формулировок из общего множества опорных слов.

Методика сокращения объема документов

Информация, внедряемая в документ, меняется как по объему, так и по содержанию в зависимости от характера фиксируемых в документе событий. Наличие или отсутствие информации обуславливается различными факторами. Практически не существует условий, в которых возможно совпадение формируемых документов.

Рассмотрим методику сокращения объема документов при их создании на основе технологии лексикологического синтеза (рис. 1).

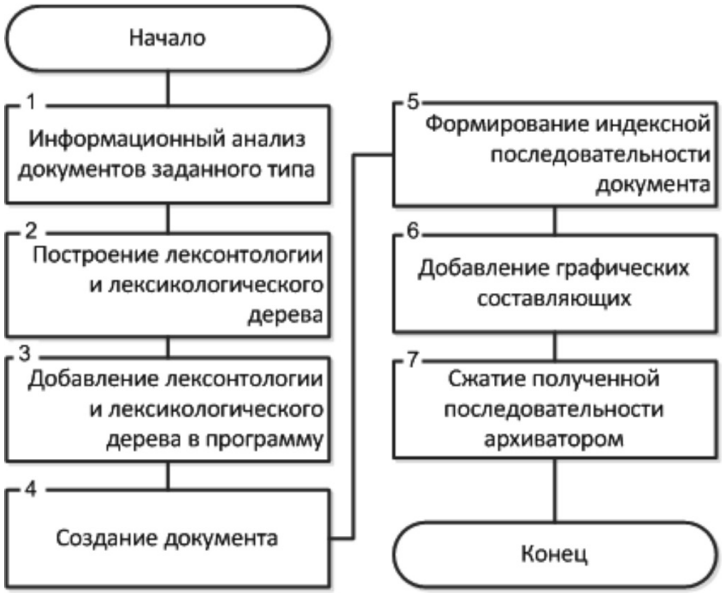


Рис. 1. Методика сокращения объема документов

1. Первый этап включает в себя глубокий информационный анализ документов [7].

Глубокий анализ структуры документов и информации, содержащейся в них, является основой для возможности применения лексикологического синтеза. Традиционное деление информации выделяет постоянную и переменную составляющие. К постоянной информации относят те данные, которые можно использовать без изменения в течение достаточно продолжительного периода. Переменная информация отражает фактические количественные и качественные характеристики какой-либо ситуации деятельности предприятия, которые необходимо закрепить в докумен-

те. Переменная информация традиционно включает в себя любые данные, которые необходимо вводить при каждом создании экземпляра документа заданного типа. Для применения лексикологического синтеза информация делится на следующие категории [8]:

– унифицированная постоянная информация (первый тип);

– унифицированная переменная информация (второй тип);

– переменная вводимая информация (третий тип);

– неунифицированная информация (четвертый тип).

Во время создания документа автоматически вводится в структуру первый тип информации. Эти данные хранятся в базе данных и готовятся заранее. Второй тип информации внедряется в документ посредством выбора требуемых опорных слов и соответствующих им формулировок, хранящихся в базе данных. Третий тип информации конкретизирует данные, соответствующие конкретному образцу документа. К четвертому типу относятся свободные формулировки, вводимые с клавиатуры, которые не предусмотрены опорными словами. Разделение информации на четыре типа по сравнению с классическим делением на два типа позволяет уменьшить объем информации, которая не предусмотрена заранее созданными формулировками, а также конкретизирует особенности события или факта на предприятии, описываемого в документе.

2. Следующий этап включает в себя построение лексонтологии и лексикологического дерева.

После анализа документов определяются формулировки, которым в соответствие ставятся опорные слова. Опорное слово должно иметь однозначное понимание, чтобы не возникло путаницы с выбором формулировок. Для подбора опорных слов применяют следующие критерии [4]:

– фонетический – опорное слово должно соответствовать звуковому строю языка документа;

– фоносемантический – звучание опорного слова должно вызывать ассоциации, непосредственно связанные с формируемым документом определенного вида;

– морфологический – составные, гибридные или сокращенные опорные слова, аббревиатуры или их идентификаторы должны как в полном объеме, так и составными его частями вызывать ассоциации, связанные с создаваемым документом;

– лексический и семантический – выбираемые или назначаемые опорные слова, их совокупность или идентификатор должны базироваться на лексике документа;

– лексикографический – опорные слова, их совокупность или идентификатор должны легко читаться, смысл их должен быть понятен для любого составителя данного документа.

Количество опорных слов определяется каждым конкретным видом документа. Не должно быть переизбытка или недостатка опорных слов. Уменьшение количества опорных слов позволит уменьшить время формирования документа за счет укрупнения формулировок, соответствующих опорным словам, однако негативно скажется на изменчивости документа в целом в зависимости от ситуации. Это может быть оправдано, например для организационно-распорядительной документации, поскольку там используются устойчивые словосочетания, которые можно определить одним словом. Рост количества опорных слов позволит увеличить вариативность заполнения документа, но при этом может существенно возрасти время его формирования.

Исходя из всего этого, целесообразно выделить следующие критерии создания совокупности опорных слов [4]:

– лексико-смысловое единство;

– сбалансированная насыщенность множества опорных слов;

– смысловая ценность, обеспечивающая легкое запоминание смысловых цепочек опорных слов;

– функционально-стилевая принадлежность опорных слов к предметной области создаваемых документов, которая отражает специфику терминов, применяемых на предприятии.

После того, как множество опорных слов окончательно сформировано, на его основе строятся лексонтология и лексикологическое дерево документов. Лексонтология документа представляет собой модель взаимной связи опорных слов, входящих в состав сформированного множества и используемых в процессе создания документов данного вида с учетом вариативности отдельных экземпляров [4]. Основной задачей лексикологической схемы является отображение связи между опорными словами при формировании документа. Для лексонтологии используется древовидная структура данных, что позволяет наглядно показать взаимосвязи опорных слов с учетом вариативности создания документа. Учет связей между опорными словами и разбиение на 4 типа информации, содержащейся в документе, дает возможность построить лексикологическое дерево, пример которого приведен на рис. 2.

Рис. 2. Пример лексикологического дерева приказа об увольнении [4]

3. На третьем этапе сформированные лексонтология и лексикологическое дерево импортируются в исполняемую программу, с которой будут работать составители и создатели документов.

4. Четвертый этап – создание документа в автоматизированном режиме, когда пользователь выбирает необходимые опорные слова и вводит неунифицированную и переменную вводимую информацию.

5. Пятым этапом является создание индексной последовательности по алгоритму, который приведен на рис. 3. Индексная последовательность формируется последовательно, исходя из выбранных опорных слов, а в случае отсутствия варианта формулировки соответствует введенной с клавиатуры информации. После завершения создания основной части документа в индексную последовательность добавляются индексы подписей должностных лиц.

Модифицированный способ формирования индексной последовательности основан на использовании двоичных кодов. Выбор конкретного опорного слова отмечается «1», а пропуск опорного слова – «0».

На каждом уровне формируется своё двоичное число. Когда формирование числа на уровне завершено, оно переводится в десятичную систему. Это позволяет иметь для каждого уровня всего одно десятичное число. Номера уровней не указываются, поэтому уровни располагаются друг за другом. Уровни разделены пробелом. Если на уровне есть свободные формулировки, введенные с клавиатуры, то они располагаются после числа соответствующего уровня и заключаются в круглые скобки. По завершении формирования всех уровней свободные формулировки помещаются в одну строку друг за другом, сжимаются архиватором и добавляются в конец индексной последовательности. Все предварительные формулировки внутри последовательности удаляются и заменяются номерами, соответствующими положению в конкатенированной строке.

Рассмотрим пример формирования индексной последовательности на примере технологической инструкции. Лексонтология технологической инструкции представлена на рис. 4. Форма выбранного документа предусмотрена нормативным документом [9].

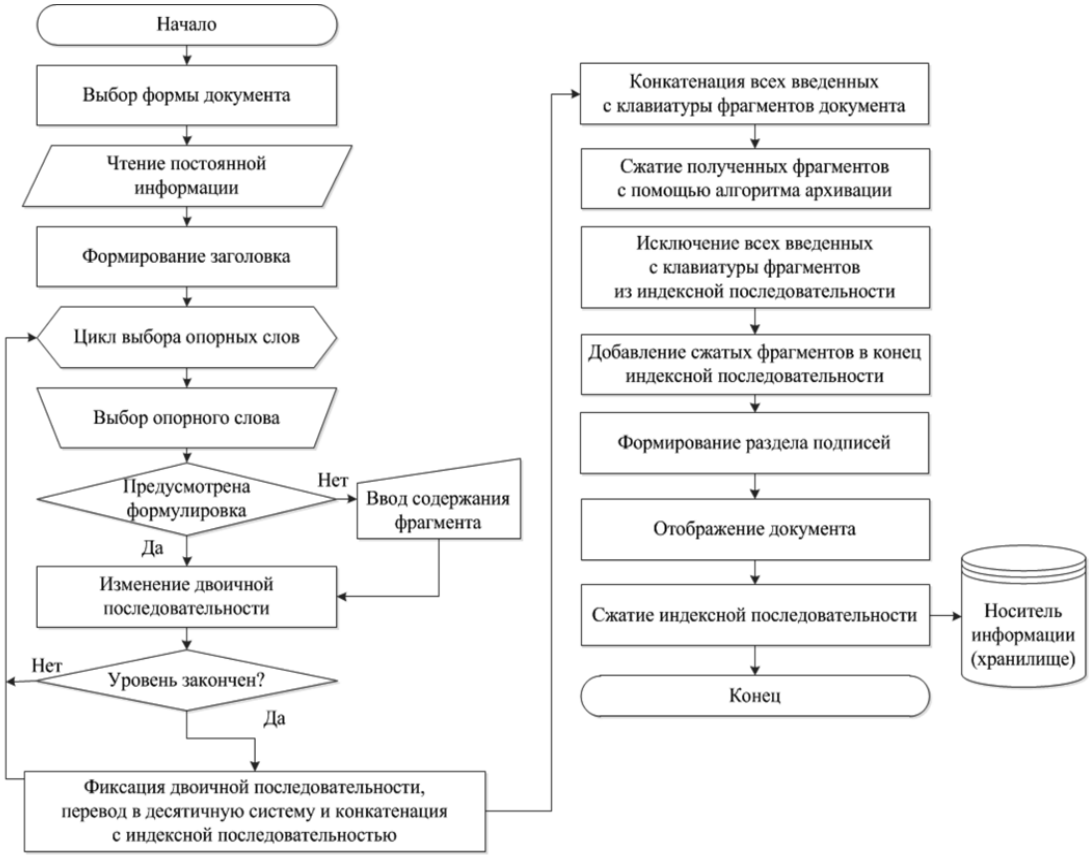


Рис. 3. Алгоритм формирования индексной последовательности [8]

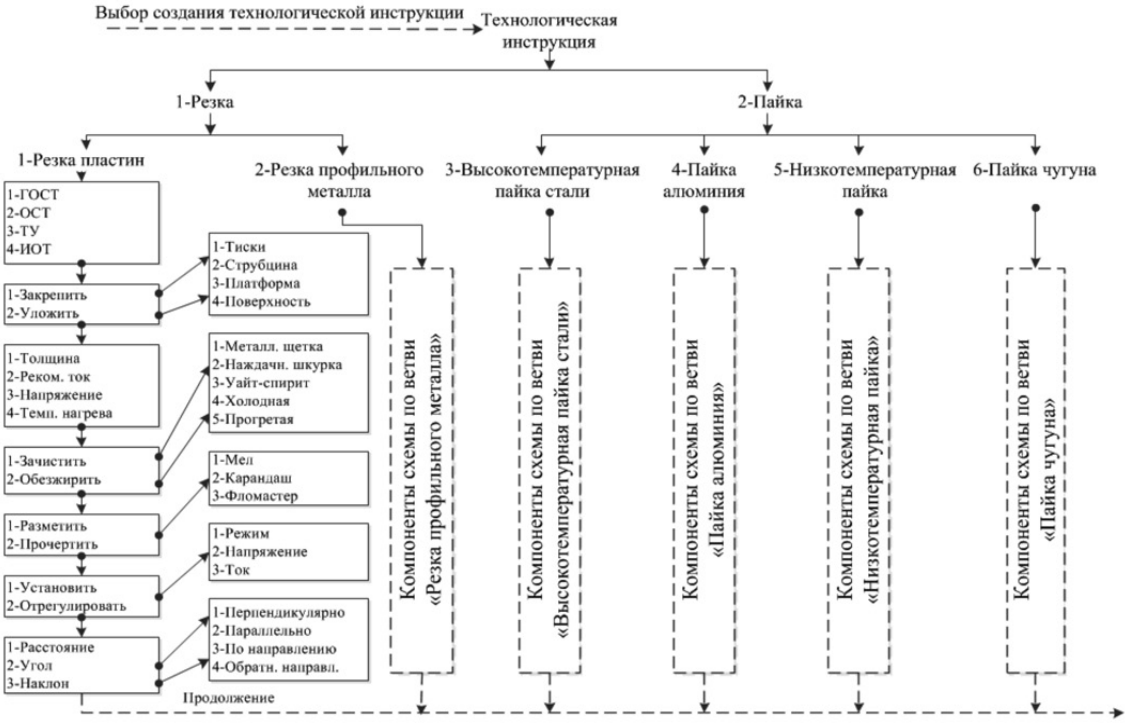


Рис. 4. Лексонтология технологической инструкции

Итоговая индексная последовательность, созданная классическим методом:

1-3+«Плазма-12м-02» 2-1 3-1 4-1+4 5-1:1+2 6-1:1-2;2-4;4-6+2:3-5;5-7;6-8+3:140-260; 140-170;150-170 7-1:1+5 8-1:1 9-1:1+2 A-1:3-5+2-1+3:5-10+4»

Итоговая индексная последовательность, созданная модифицированным методом:

4(«Плазма-12м-02») 1 1 9 1(3) 7(1-2 2-4 4-6;3-5 5-7 6-8;140-260 140-170 150-170) 1(17) 1(1) 1(3) 7(3-5;1;5-10;4)

Далее архивируется неунифицированная информация. В данном случае это строка выглядит как «Плазма-12м-02». Результат добавляется в конец последовательности, а сама последовательность, после исключения неунифицированного фрагмента, примет вид

4(«2») 1 1 9 1(3) 7(1-2 2-4 4-6;3-5 5-7 6-8;140-260 140-170 150-170) 1(17) 1(1) 1(3) 7(3-5;1;5-10;4)

Промежуточные результаты обоих методов можно сопоставить в таблице.

Сравнение классического и нового способов формирования последовательности

№ уровня	Классический способ	Новый способ
1	1-3+« Плазма-12м-02»	4(«Плазма-12м-02»)
2	2-1	1
3	3-1	1
4	4-1+4	9
5	5-1:1+2	1(3)
6	6-1:1-2;2-4;4-6+2:3-5;5-7;6-8+3:140-260; 140-170;150-170	7(1-2 2-4 4-6;3-5 5-7 6-8;140-260 140-170 150-170)
7	7-1:1+5	1(17)
8	8-1:1	1(1)
9	9-1:1+2	1(3)
10	A-1:3-5+2-1+3:5-10+4	7(3-5;1;5-10;4)

Исходя из приведенных выше результатов можно сделать вывод, что новый метод формирования индексной последовательности выигрывает у классического в плане объема формируемого документа.

6. На следующем этапе в индексную последовательность внедряются индексы графических компонентов документа, к которым можно отнести логотипы, схемы и т.п.

7. Седьмой этап включает в себя сжатие последовательности с помощью архиватора.

Выводы

В результате исследования получены следующие результаты.

1. Разработана методика на основе лексикологического синтеза для сокращения объема документов, хранимых в электронном виде, и приведен пример ее применения для создания технологической инструкции, что доказало эффективность данной методики.

2. Разработанная методика описывает последовательность этапов, в которых описаны действия, выполняемые для создания документа. Методику можно применять на предприятиях микроэлектроники.

3. Исследование выявило следующие проблемы, которые будут решены в дальнейших исследованиях:

– при наличии большого объема информации, введенной с клавиатуры, объем индексной последовательности может существенно увеличиться;

– отсутствие учета неиндексированных графических материалов, которые могут быть добавлены в процессе создания документа.

Список литературы

1. Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 31.07.2006. № 31 (ч. 1). ст. 3448.

2. Model Requirements for the Management of Electronic Records (MoReq 2). France: European Communities. 2008. 212 p.

3. Modular Requirements for Records Systems (MoReq 2010). CECA-CEE-CEEA, Bruxelles-Luxembourg. 2011. P. 520.

4. Черников Б.В. Лексикологический синтез документов в комплексах информационных систем. М.: ИД «ФОРУМ», 2017. 336 с.

5. Государственная программа Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)» (утверждена постановлением правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 313) // Собрание законодательства РФ. 05.05.2014. № 18 (ч. 2). ст. 2159.

6. Глаголев В.А. Проблемы стандартизации и повышения качества разработки технической документации на современную промышленную продукцию приборостроения // Менеджмент качества. 2008. № 4. Ч. 1. С. 68–78. 2009. № 1. Ч. 2. С. 57–65.

7. Черников Б.В., Кремер Е.А. Анализ информации текстовых документов предприятий микроэлектронной промышленности // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 5. С. 168–172.

8. Черников Б.В., Кремер Е.А. Сокращение объема индексной последовательности при лексикологическом синтезе слабоформализуемых документов // Информатизация и связь. 2018. № 6. С. 58–64.

9. ГОСТ 3.1105-2011. Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов общего назначения. М.: Стандартинформ, 2012. 24 с.

ОБЗОРЫ

УДК 624.05

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА ОБЪЕКТАХ УНИКАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Топчий Д.В., Чернигов В.С.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, e-mail: dvtopchiy0405@gmail.com

Целью статьи является анализ организационно-технологических решений, принимаемых на проектной стадии по организации строительного контроля на площадках уникального строительства. В развитии строительной отрасли в части возведения технически сложных и уникальных зданий требуется внедрение новейших методик и методов контроля, которые позволят на должном уровне обеспечить техническую надежность возводимых объектов. Рассматриваются проблемы проведения строительного контроля на объектах уникального строительства. Рассмотрены вопросы о необходимости корректировки нормативной и проектной документации в области осуществления строительного контроля с упором на нестандартизированные на данный момент методики проведения испытаний с учетом зарубежного опыта и применением новых средств измерений. По результатам проведенного анализа роста строительных площадок с объектами уникального строительства на территории г. Москвы поднимается вопрос об актуальности усовершенствования алгоритма разработки проектной документации при возведении уникальных зданий в сторону внесения дополнительной информации об объемах проведения строительного контроля и применяемых современных методов, основываясь на технологической сложности возведения строительных конструкций. Развитие отрасли в сфере усовершенствования строительных материалов, машин, механизмов и технологий стимулирует участников строительства к реализации проектов, относящихся к категории уникальных, а в ряде случаев облегчает их реализацию на урбанизированных территориях, обусловленных нахождением строительной площадки на территории с плотной городской застройкой. При этом качество и безопасность этих объектов требует своевременного внедрения новейших методов и методик для осуществления строительного контроля с целью минимизации рисков, связанных с нарушением технологии возведения уникальных объектов. По результатам анализа принимаемых организационных решений по проведению строительного контроля авторами выдвинуто предложение по типизации и унификации вариантов ведения строительного контроля на объектах уникального строительства.

Ключевые слова: организационные решения, строительный контроль, строительство уникальных зданий и сооружений, стена в грунте, ультразвуковые методы контроля, методики испытаний, новые технологии

FEATURES OF CONSTRUCTION CONTROL AT UNIQUE CONSTRUCTION OBJECTS

Topchiy D.V., Chernigov V.S.

Moscow State University of Civil Engineering (national research university), Moscow, e-mail: dvtopchiy0405@gmail.com

In this article, the authors analyzed the organizational and technological decisions made at the design stage for the organization of construction control at sites of unique construction. In the development of the construction industry in terms of the construction of technically complex and unique buildings, the introduction of the latest techniques and control methods is required, which will ensure the technical reliability of the facilities being built at the appropriate level. In this article, the authors consider the problems of conducting construction control at unique construction sites. Issues of the need to adjust regulatory documentation in the field of construction control with emphasis on non-standardized, now, testing methods taking into account foreign experience and the use of new measuring instruments are considered. According to the results of the analysis of the growth of construction sites in the territory of the city of Moscow, the question arises of the relevance of improving the algorithm for developing projects for the construction of unique buildings in the direction of making additional information about the Vol. of construction control and the methods used. The development of the industry in the field of improving construction materials, machinery, mechanisms and technologies stimulates construction participants to implement projects that are unique and, in some cases, facilitates their implementation in urban areas, due to the location of the construction site in a territory with dense urban development. Coy. At the same time, the quality and safety of these facilities requires the timely implementation of the latest methods and techniques for the implementation of construction control in order to minimize the risks associated with the violation of the technology for the construction of unique facilities. Based on the results of the analysis of organizational decisions made on the construction control, the authors put forward a proposal for the typification and unification of options for conducting construction control at unique construction sites.

Keywords: organizational decisions, redevelopment of territories, organizational and technological model, development of industrial facilities, organization of production, development of the urban environment, efficiency of project implementation

Динамическое развитие техники и технологий за последние десятилетия существенно повлияло на строительную отрасль. Модернизация техники, технологий, внедрение новейших материалов открывает безграничные возможности, позволяющие возводить здания и сооружения по своим параметрам и классифицировать их как «уникальные».

Несмотря на существующее разнообразие технических и технологических решений по возведению «уникальных» зданий,

на рассматриваемых объектах применяется организация строительного контроля по существующим и мало измененным с 1980-х гг. методикам.

На сегодняшний день определены 4 параметра, позволяющие отнести здания и сооружения к разряду уникальных и технически сложных.

В соответствии со статьей 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 27.06.19) к уникальным объектам капитального строительства относятся объекты, в проектной документации которых предусмотрена хотя бы одна из следующих характеристик [1, 2]:

1) высота более 100 м;
2) пролеты более 100 м;
3) наличие консоли более 20 м;
4) заглубление подземной части ниже планировочной отметки земли более 15 м.

Все вышеуказанные параметры, как правило, сопряжены с технической и технологической сложностью их реализации и требуют к себе повышенного внимания с точки зрения изысканий в процессе строительства, поскольку нарушение технологии на таких объектах ввиду уникальности методов и методик их возведения сопряжено с повышенными рисками как для проведения строительно-монтажных работ, так и для дальнейшей эксплуатации объекта, после введения его в эксплуатацию [3–5].

В настоящей статье рассматриваются возможности по оптимизации и актуализации принимаемых решений по организации строительного контроля с учетом современных техники и технологий.

Материалы и методы исследования

На сегодняшний день существующие нормативные документы, регламентирующие проведение строительного контроля, не могут в полной мере учитывать все особенности возведения уникальных зданий. Технологический рывок в развитии оборудования и методик для осуществления строительного контроля практически позволяет охватить все возникающие потребности, однако на государственном уровне данная сфера не регулируется проведением изысканий на обязательной основе и, как следствие, в большинстве своем носит рекомендательный характер [6–8].

Статья 56 Градостроительного кодекса Российской Федерации, а также Постановление правительства № 468 от 21.06.2010 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства» регламентируют осуществление деятельности на строительной площадке, однако не в достаточной мере по отношению к уникальным и технически сложным объектам [9, 10].

Например, рассматривая 4 пункт, классифицирующий здания как уникальные, а именно, заглубление подземной части ниже планировочной отметки земли более чем на 15 м, в условиях крупных городов и мегаполисов, с высоким показателем плотности застройки и невозможностью проведения полномасштабных земляных работ, на площадках с данного типа условиями зачастую применяется технология устройства «стены в грунте».

Данная конструкция, в свою очередь, может использоваться не только как ограждение котлована, но также являться частью несущих конструкций здания, таким образом требуя к себе корректного подхода в части проведения строительного контроля. При условии нарушения целостности рассматриваемой конструкции в ходе проведения работ по бетонированию, образовавшиеся дефекты будут неустранимыми, так как помимо несущей способности данный тип стены должен обладать гидроизолирующими свойствами за счет применения высокого класса бетона по водонепроницаемости.

Одним из известных, но редко применяемых способов проведения контроля для конструкции типа «стена в грунте» является ультразвуковой контроль, позволяющий определять плотность и сплошность конструкции [11–13].

Однако методика проведения работ описана в зарубежном стандарте, не имеющем аналогов на территории Российской Федерации – ASTM D6760 – 16 «Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing».

На рис. 1 приведен алгоритм проведения испытаний конструкции «стена в грунте» ультразвуковым методом. Метод основан на измерении скорости и времени прохождения ультразвукового импульса в теле конструкции. Результатами данных испытаний является получаемая информация о наличии или дефектов в бетоне, таких как трещины, пустоты, неоднородности. Данные результаты позволяют информировать застройщика о проблеме и, соответственно, своевременно исправлять дефекты бетонирования.

Данный метод возможно применять только в условиях, когда заказчик заранее заинтересован в контроле выполненных работ и выполнение данного вида контроля конструкций заложено в проекте, так как специфика проведения данного рода испытаний предполагает установление посторонних включений, а именно, труб из водостойкого материала на этапе «вязки» арматурных каркасов конструкции и крепления данных труб к каркасу [14–16].

Еще один метод контроля – виброакустический. Принцип работы описан в статье Д.В. Топчего и Е.О. Кочуриной «Повышение эффективности организационно-технологических моделей производства работ в условиях стесненной городской среды путем снижения воздействия на подземные сооружения» [17].

Результаты исследования и их обсуждение

На сегодняшний день существуют методологическая, техническая и технологическая базы для актуализации принимаемых вариантов по организации строительного контроля на объектах, в том числе «уникального» строительства [18, 19].

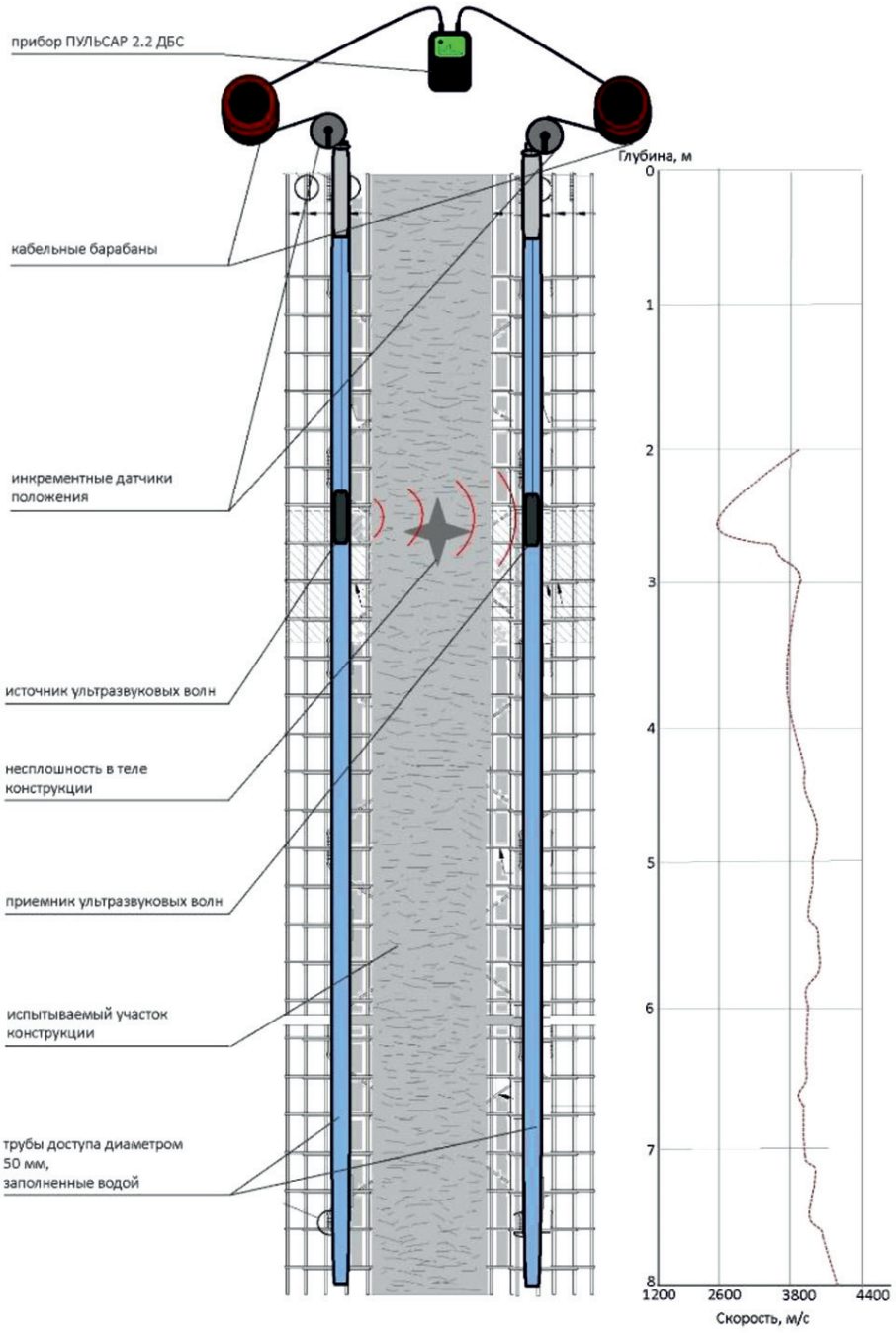


Рис. 1. Схема проведения испытаний по ультразвуковому контролю сплошности и однородности бетона конструкции типа «стена в грунте»

В статье освещаются примеры существующих методов строительного контроля в условиях плотной городской застройки и учитываются высокие требования к технологичности проведения испытаний конструкций глубокого заложения на малогабаритных строительных площадках [20–22].

Так, например, виброакустический метод испытаний актуален и применим в том числе и для уникального строительства в связи с тем, что площади рассматриваемого строительства варьируются от 19,4 м^2 до 438227 м^2.

На рис. 2 представлена вариация площадей уникального строительства за периоды с 2004 г по апрель 2019 г.

Как следует из выводов авторов, методики, оборудование и инструменты для осуществления строительного контроля существуют и в ряде случаев широко применяются.

Рис. 2. График сравнительного анализа площадей застройки под «уникальное» строительство

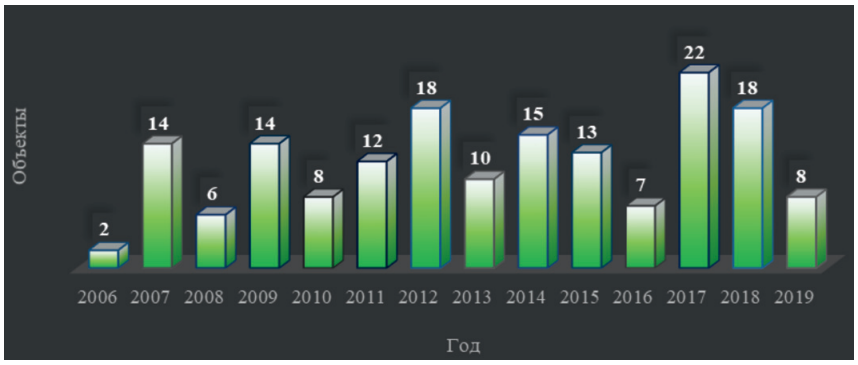


Рис. 3. Количество введенных в эксплуатацию уникальных объектов на территории г. Москвы

Рис. 4. Количество действующих площадок уникального строительства в г. Москве

В то же время нормативная документация, регламентирующая подобного рода контроль, на территории Российской Федерации отсутствует.

По состоянию на июнь 2019 г. только на территории Москвы выдано свыше 6 разрешений на строительство и введено порядка 9 в эксплуатацию зданий, попадающих под категорию «уникальных». На рис. 3 представлено количество введенных в эксплуатацию «уникальных» зданий за период от 2006 г. до мая 2019 г.

На рис. 4 представлено количество действующих строительных площадок на территории Москвы.

Заключение

Рост динамики строительства «уникальных» зданий, представленный на рис. 4, очевидно показывает повышенный интерес застройщика и правительства к реализации подобного рода проектов, чему способствует развитие сферы строительных материалов и технологий [23–25].

Ввиду отсутствия нормативных документов закрепить осуществление строительного контроля «уникальных зданий» возможно при разработке проектной документации или проекта производства работ [26–28]. Зачастую у проектировщиков отсутствуют знания о новейших разработках в сфере строительного контроля, позволяющих сократить возможные риски, связанные с нарушением технологий при осуществлении строительства уникальных зданий [29–31].

Исходя из вышеперечисленного, следует сделать вывод о том, что в случае возведения на законодательный уровень разработанных и разрабатываемых организационно-технологических решений по осуществлению строительного контроля на объектах «уникального» строительства, учитывающих современные методы и технологии строительного контроля, позволит оптимизировать время принятия решений по выбору методов и средств контроля и снизит вероятность появления нарушений на строительных площадках, влияющих на качество вновь возводимых «уникальных» зданий и сооружений.

Список литературы

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. М.: ФГУП ЦПП, 2003. 27 с.

2. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». М.: Стандартинформ, 2014. 59 с.

3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ с изменениями на 29 июля 2017 г. (редакция, действующая с 30 сентября 2017 г.) [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru/12138258/ (дата обращения: 05.08.2019).

4. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменением N 1). М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2013. 195 с. [Электронный ресурс]. URL: https://meganorm.ru/Index2/1/4293782/4293782487.htm (дата обращения: 05.08.2019).

5. Лапидус А.А., Кангезова М.Х. Систематизация организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения зданий и сооружений высотой более 100 м // Сборник трудов Первой совместной научно-практической конференции ГБУ «ЦЭИИС» и ИПРИМ РАН. 2019. С. 204–209.

6. Lapidus A., Abramov I. Systemic integrated method for assessing factors affecting construction timelines. MATEC Web of conferences. 2018. Vol. 193. 05033. DOI: 10.1051/matecconf/201819305033.

7. Лапидус А.А., Шестерикова Я.В. Формирование инструмента оценки комплексного показателя качества в строительстве // Системы. Методы. Технологии. 2018. № 1 (37). С. 90–93.

8. Topchiy D.V., Kochurina E.O. Environmental situation in construction, reconstruction and re-profiling of facilities in high-density urban development. MATEC Web Conf. 2018. Vol. 193, 05032. DOI:10.1051/matecconf/201819305012/.

9. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с изменениями N 1, 2, 3). [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200095246 (дата обращения: 05.08.2019).

10. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200115736 (дата обращения: 05.08.2019).

11. Topchiy D., Tokarskiy A. Designing of structural and functional organizational systems, formed during the re-profiling of industrial facilities. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, New Construction Technologies. 2018. Vol. 365 (2018) 062005. DOI: 10.1088/1757-899X/365/6/062005.

12. Topchiy D.V., Shatrova V.I., Yurgaytis A.U. Integrated construction supervision as a tool to reduce the developer's risks when implementing new and redevelopment projects. MATEC Web Conf. 2018. Vol. 193. 05032. DOI: 10.1051/matecconf/201819305032.

13. Муря В.А., Лапидус А.А. Влияние комплексного показателя качества организационно-технологических решений на конструктивные элементы многоэтажных железобетонных зданий // Перспективы науки. 2018. № 9. С. 27–30.

14. Oleinik P. Yurgaytis A. Optimization of the annual construction program solutions. MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 117. Article Number 00130. RSP 2017 – XXVI R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering. 2017. DOI: 10.1051/matecconf/201711700130.

15. Topchiy D., Tokarskiy A. Formation of the organizational-managerial model of renovation of urban territories. MATEC Web Conf. 2018. Vol. 196, 04029. DOI: 10.1051/matecconf/201819604029.

16. Бумарскова Н.Н., Лапидус А.А., Никишкин В.А. Моделирование профессиональной направленности будущих специалистов в сфере строительства // Современные проблемы физической культуры и спорта в XXI веке: сборник материалов XI международной научно-практической и учебно-методической конференции. 2018 С. 4–11.

17. Топчий Д.В., Кочурина Е.О. Повышение эффективности организационно-технологических моделей производства работ в условиях стесненной городской среды, путем снижения воздействия на подземные сооружения // Перспективы науки. 2018. № 1. С. 32–37.

18. Олейник П.П. Выбор рациональной взаимосвязи метода и формы организации строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 6. С. 46–50.

19. Лапидус А.А., Шистерова А.В. Анализ действующих нормативных документов, в части научно-технического

сопровождения проектирования зданий и сооружений, имеющих повышенный уровень ответственности // Системные технологии. 2019. № 30. С. 5–9.

20. Argal E.S., Korolev V.M. Determination of rock deformability using the coastal sections of concrete dams as a large-scale stamp. Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses. 2018. Vol. 1. P. 189–192.

21. Bohyník J., Kuvik M., Sinak M. First using of rock dilatometer in Slovakia – A new possibilities of in-situ testing of rocks' deformation properties. Acta Geologica Slovaca. 2014. Vol. 6. Issue 1. P. 97–105.

22. Zelenskii B.D. Analytical method of evaluating deformational properties of rock. Hydrotechnical Construction. 1969. Vol. 3. Issue 11. P. 1038–1044.

23. Munoz H., Taheri A. Postpeak deformability parameters of localized and nonlocalized damage zones of rocks under cyclic loading. Geotechnical Testing Journal. 2019. Vol. 42. Issue 6. DOI: 10.1520/GTJ2017026.

24. Zhang S., Wu S., Duan, K. Study on the deformation and strength characteristics of hard rock under true triaxial stress state using bonded-particle model. Computers and Geotechnics. 2019. Vol. 112. P. 1–16.

25. He W., Chen K., Hayatdavoudi A., Sawant K., Lomas M. Effects of clay content, cement and mineral composition characteristics on sandstone rock strength and deformability behaviors. Journal of petroleum science and engineering. 2019. Vol. 176. P. 962–969. DOI: 10.1016/j.petrol.2019.02.016.

26. He M., Li N., Zhang Z., Yao X., Chen Y., Zhu C. An empirical method for determining the mechanical properties of jointed rock mass using drilling energy. International journal of rock mechanics and mining sciences. 2019. Vol. 116. P. 64–74. DOI: 10.1016/j.ijrmms.2019.03.010.

27. Hoien A.H., Nilsen B., Olsson R. Main aspects of deformation and rock support in Norwegian road tunnels. Tunnelling and underground space technology. 2019. Vol. 86. P. 262–278. DOI: 10.1016/j.tust.2019.01.026.

28. Li Z., Wang L., Lu Y., Li W., Wang K., Fan H. Experimental investigation on True Triaxial Deformation and Progressive Damage Behaviour of Sandstone. Scientific reports. 2019. Vol. 9. DOI: 10.1038/s41598-019-39816-9.

29. Li H., Dong Z., Ouyang Z., Liu B., Yuan W., Yin H. Experimental Investigation on the Deformability, Ultrasonic Wave Propagation, and Acoustic Emission of Rock Salt Under Triaxial Compression. Applied sciences-basel. 2019. Vol. 9. Issue 4. DOI: 10.3390/app9040635.

30. Høienab A.H., Nilsena B., Olssonc R. Main aspects of deformation and rock support in Norwegian road tunnels. Tunnelling and Underground Space Technology. 2019. Vol. 86. P. 262–278.

31. Meng W., Hai-bo L., Jin-qi H., Xin-hong X., Jia-wen Z. Large deformation evolution and failure mechanism analysis of the multi-freeface surrounding rock mass in the Baihetan underground powerhouse. Engineering Failure Analysis. 2019. Vol. 100. P. 214–226.

СТАТЬИ

УДК 376:159.9

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЗАМЕЩАЮЩИХ СЕМЕЙ С ДЕТЬМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Абрамова И.В., Саенко В.И.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева», Саранск, e-mail: iva-76@yandex.ru

В настоящее время в России замещающая семья как форма жизнеустройства детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, в том числе и детей с ограниченными возможностями здоровья, приобретает все большую значимость и статус. На сегодняшний день отмечается рост числа замещающих семей, готовых взять на воспитание детей с ограниченными возможностями, при этом каждая из них нуждается в комплексном психолого-педагогическом сопровождении. Данное обстоятельство определяет актуальность и важность данного исследования. В представленной статье обозначены проблемы замещающих семей с детьми с ограниченными возможностями здоровья, выявлены причины возвратов детей с ограниченными возможностями здоровья из замещающих семей в государственные организации. Авторами представлены результаты исследования замещающих семей с детьми с ограниченными возможностями здоровья, прежде всего социально-демографических данных семьи, отношения замещающих родителей к приемным детям с ограниченными возможностями здоровья и особенности взаимодействия родителей и детей в таких семьях. Также представлены основные направления реализации программы психолого-педагогического сопровождения замещающих семей с детьми с ограниченными возможностями здоровья (диагностическая, информационно-просветительская, ценностно-мотивационная, психокоррекционная работа, разработка индивидуальной программы помощи семье).

Ключевые слова: дети с ограниченными возможностями здоровья, сопровождение, замещающие семьи

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF FOSTER FAMILIES WITH CHILDREN WITH DISABILITIES

Abramova I.V., Saenko V.I.

Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, e-mail: iva-76@yandex.ru

At present, in Russia, a foster family as a form of living arrangements for orphans and children left without parental care, including children with disabilities, is gaining increasing importance and status. Today, there is an increase in foster families, who are ready to take up children with disabilities, each of them in need of comprehensive psychological and pedagogical support. This circumstance determines the relevance and importance of this study. The article presents the problems of foster families with children with disabilities, the reasons for the return of children with disabilities from foster families to government organizations. The authors present the results of the study of substitute families with children with disabilities, especially, socio-demographic information of the family, the relationship of foster parents to foster children with disabilities and the characteristics of the interaction of parents and children in such families. Also, the main directions of the implementation of the program of psychological and pedagogical support of foster families with children with disabilities are presented (diagnostic, information and education, values and motivation, psycho-correctional work, the development of personal assistance programs family).

Keywords: children with disabilities, support, foster families

Проблема оказания помощи замещающей семье, как основной форме жизнеустройства детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, в настоящее время весьма актуальна. Она решается на всех уровнях государственного управления и является предметом изучения ученых, психологов, педагогов и др. Замещающая семейная забота выступает альтернативой групповым формам проживания детей-сирот в государственных учреждениях. Подтверждением тому является западная практика фостеринговых семей. Но если за рубежом замещающие родители проходят тщательную подготовку и лицензирование, перед тем как стать профессиональной замещающей семьей, то в России эта практика только зарождается. Поэтому, став замещающей, семья автоматически попадает в разряд проблемной, кризисной и требует сопровождения. Так, не получая необходимой психолого-педагогической, методической и консультативной помощи, приемные родители затрудняются с выполнением обязанностей по опеке детей, в результате чего отменяется решение о передаче ребенка на воспитание в семью. В связи с этим мы имеем дело с вторичным сиротством детей, оставшихся без попечения родителей, которое наносит психологический вред ребенку.

Особую проблему представляют замещающие семьи с детьми с ограниченными возможностями здоровья. Многими исследователями (И.Ю. Левченко, Е.М. Мастюковой, А.Г. Московкиной, В.В. Ткачевой

и др.) проанализированы те трудности, с которыми встречаются в своей жизни родители ребенка с нарушениями в развитии. Авторы отмечают, что проблема детско-родительских отношений и неготовность родителей воспитывать приемных детей с ограниченными возможностями здоровья становятся причиной распада замещающих семей. По мнению Е.М. Мастюковой и А.Г. Московкиной, отношения в таких семьях очень напряженные и достаточно одного неосторожного слова родственника или специалиста, чтобы семья распалась [1, 2].

На сегодняшний день отмечается рост замещающих семей, готовых взять на воспитание детей с ограниченными возможностями, поэтому проблема нашего исследования является актуальной. Психолого-педагогическое сопровождение таких семей должно быть комплексным и постоянным. Такое сопровождение, как отмечают многие исследователи, способствует формированию профессиональных компетенций замещающих родителей, в частности, формирование личностных качеств кандидатов в замещающие родители, владение информацией о проблемах воспитания ребенка в замещающей семье, овладение навыками воспитания в условиях замещающей семьи, тьюторского сопровождения семей [3, 4].

На основе анализа психолого-педагогических исследований по обозначенной проблеме (Е. Байер, В.Н. Ослон) мы определили, что существует проблема, которая заключается в увеличении количества возвратов приемных детей с ограниченными возможностями здоровья из замещающих семей в государственные учреждения и малой разработанностью программ сопровождения таких семей в кризисный период [5, 6].

Таким образом, существует необходимость в целенаправленном исследовании детско-родительских отношений замещающих семей с детьми с ограниченными возможностями здоровья, разработке и апробации их комплексного психолого-педагогического сопровождения.

Контекст данной статьи предполагает описание результатов исследования детско-родительских отношений замещающих семей с детьми с ограниченными возможностями здоровья и организационно-содержательных основ проектирования и реализации психолого-педагогического сопровождения замещающих семей с детьми с ограниченными возможностями здоровья с целью профилактики вторичного сиротства.

Материалы и методы исследования

Цель констатирующего этапа педагогического эксперимента – исследовать детско-родительские отношения замещающих семей с детьми с ограниченными возможностями здоровья. Исследование осуществлялось на базе государственного казенного учреждения «Социально-реабилитационный центр для несовершеннолетних «Ласточка»» Шатковского района Нижегородской области в период с января по декабрь 2018 г. В исследовании приняли 28 замещающих семей (31 человек в возрасте 33–75 лет), 20 человек из них состоят в зарегистрированном браке, 2 проживают гражданским браком, 3 человека – вдовы, 6 человек находятся в разводе, 9 семей воспитывают больше одного ребенка, детей с ограниченными возможностями в этих семьях – 45 человек, из них 20 человек с задержкой психического развития, 15 человек с легкой степенью умственной отсталости, 10 человек с легкой степенью умственной отсталости и нарушениями в поведении. При выборе экспериментальных методов исследования учитывался тот факт, что специальные методики, выявляющие отношение замещающих родителей к приемным детям и их биологическим родителям, мотива принятия практически отсутствуют. В связи с этим нами были составлены анкета для замещающих родителей, выявляющая социально-демографические данные семьи, и анкета для замещающих родителей, выявляющая отношение к приемному ребенку. Так же в исследовании были использованы опросник «Взаимодействие Родитель – Ребенок» И.М. Марковской и адаптированный характерологический опросник К. Леонгарда – Г. Шмишека.

Результаты исследования показали, что когнитивный компонент включает установки и ожидания замещающего родителя в отношении приемного ребенка, а также представления о способах взаимодействия с ним. В группе исследуемых родителей адекватное представление о замещающем ребенке сформировано у 77% родителей. По мнению родителей данной группы, для развития приемного ребенка необходимы внимание, ласка со стороны родителя, развитие интересов, способностей ребенка, дружба с ровесниками. Также 23% замещающих родителей считают важным для развития приемного ребенка успешную учебу, примерное поведение, уважение к старшим.

Эмоциональный компонент представлен тем, что положительные эмоции (радость, умиление, приятные ощущения) по отношению к приемному ребенку и взаимодействию с ним испытывают 44% родителей; чувство тревоги, растерянности, грусти испытывают 22% родителей; амбивалентные чувства (радость и грусть, тревога) – 33% родителей.

Как отмечено, 81% родителей настроены на длительные теплые отношения с приемным ребенком. Из них 65% родителей настроены на то, что ребенок всегда будет членом семьи, даже если будет жить отдельно, 16% родителей видят в детях опору на старости лет. Выявлено, что 19% родителей настроены на то, что, став совершеннолетними, дети престанут в них нуждаться и вернутся в кровную семью. Нужно отметить, что из этих 5 семей – 2 семьи – опекунские – воспитывают детей, родители которых отбывают срок в местах лишения свободы, и поэтому естественно, настроены вернуть детей в кровную семью по освобождению их родителей. Остальные 3 семьи – приемные, 2 из которых имеют опыт по-

вторной замещающей заботы. Родители этих семей являются представителями профессии человек-человек (учителя, специалист Центра социальной защиты населения), считают воспитание приемных детей своей профессиональной деятельностью, поэтому не настроены на длительные близкие отношения с приемными детьми, 84% родителей доверяют приемным детям, у 16% родителей доверие не развито.

Поведенческий компонент мы рассматривали по следующим параметрам: применяют ли физическое наказание родители в воспитании приемного ребенка, что чаще используют: наказание или поощрение; какое количество времени проводят с приемным ребенком. В общем плане, 72% родителей используют конструктивные формы воздействия на ребенка. Так, 72% всех воспитываемых приемных детей чаще поощряют, чем наказывают, 74% родителей не применяют физическое наказание к приемному ребенку, 65% родителей стараются по возможности как можно больше проводить времени с ребенком, 51% родителей признают за ребенком право на ошибку.

Изучение степени гибкости – ригидности семейной системы представляется трудоемким, поскольку требует индивидуального подхода к каждой семье и большого количества времени. Поэтому предметом нашего исследования стали следующие факторы: отношение приемных родителей к родным родителям ребенка, мотив приема, характерологические особенности родителей. Мы предположили, что отношение к биологическим родителям будет фактором, определяющим отношение к приемному ребенку, и будет определять общий эмоциональный фон отношений с приемным ребенком (эмоциональный компонент).

Таким образом, в замещающих семьях с положительной или нейтральной позицией к биологическим родителям отмечается положительное отношение и к самому приемному ребенку. Особенно эта связь прослеживается в эмоциональном компоненте отношений. В данной группе наблюдается 100% принятие ребенка, 59% родителей испытывают чувство радости и удовольствия от взаимодействия с приемным ребенком, такой же процент родителей имеют высокую степень удовлетворенности отношениями.

Отмечено, что 71% родителей имеют представление о биологических родителях ребенка и у 76% родителей сформированы адекватные представления о приемном ребенке. Также отмечено, что 29% замещающих родителей данной группы ничего не хотят знать про биологических родителей детей и у 24% наблюдаются неадекватные представления о ребенке (опора в старости, прилежная учеба и хорошее поведение, благодарность ребенка за оказанную помощь). Было выявлено, что 82% замещающих родителей относятся положительно к возможным встречам с биологическими родителями и уже организуют их. Отмечено, что 82% родителей сотрудничают с приемными детьми, 88% родителей используют конструктивные методы воздействия.

Определив мотивы принятия среди испытуемых, мы установили, что 35% замещающих родителей воспитывают приемного ребенка своих родственников. В эту группу вошли 11 замещающих семей (12 родителей, 14 детей). Основная форма жизнеустройства детей, оставшихся без попечения родителей, в данной группе – опека и попечительство. Из 12 родителей 7 человек являются тетями или дядями приемному ребенку, 5 человек – бабушками. Возраст родителей составляет – 33–75 лет, 58,3% родителей данной группы не работают (на пенсии, временно не трудоустроены). Мы определили, что 33,3% анкетируемых имеют полную постоянную рабочую занятость, 8,3% – временную работу, от случая к случаю, 11 человек имеют среднее профессиональное и средне-специальное профессиональное образование, 1 – высшее.

Также выявлено, что 19% родителей взяли приемных детей для укрепления материальных возможностей, решения трудовой занятости. В этой группе оказалось 6 замещающих семей (6 родителей, 11 детей). Возраст родителей – 33–47 лет, 4 человека имеют средне-специальное образование, 1 – среднее, 1 – высшее. В настоящий момент 50% родителей работают, 50% – временно не трудоустроены, 3 родителя состоят в зарегистрированном браке, 2 человека – разведены, 1 человек – в разводе, но проживает с супругом в одной квартире. Все семьи имеют статус приемной семьи. Дети, воспитывающиеся в этих семьях, были взяты из детских домов или социально-реабилитационных центров.

Выявлено, что 16% замещающих родителей приняли на воспитание детей потому, что свои дети выросли и покинули дом. В группу вошло 4 замещающих семьи (5 родителей, 7 детей). Родители этой группы состоят в браке, трудоустроены, возраст – 38–45 лет. Дети, воспитывающиеся в этих семьях, были взяты из государственных организаций для детей, оставшихся без попечения родителей.

Также определено, что 25% родителей – родители, не имеющие собственных детей, и именно это обстоятельство определяет мотив принятия чужого ребенка в свою семью. В эту группу вошли 7 замещающих семей (8 родителей, 11 детей). Родители все трудоустроены, в браке состоят – 5 человек. Возраст родителей – 38–50 лет. Форма жизнеустройства – 4 семьи – опека и попечительство, 3 семьи – приемная семья.

В результате исследования мы определили, что возвраты приемных детей происходят чаще в семьях, где у родителей преобладал материальный мотив принятия ребенка. В семьях, где выявлены положительные мотивы принятия ребенка, детско-родительские отношения более гармоничны.

С целью создания условий для развития эффективной модели взаимодействия замещающих родителей с приемными детьми с ограниченными возможностями здоровья была разработана программа психолого-педагогического сопровождения замещающих семей «Рука помощи», которая реализовывалась на базе вышеуказанного центра с января по май 2019 г., контингент сопровождаемых составили семьи, принимавшие участие в констатирующем эксперименте. При разработке программы мы учитывали методические рекомендации по сопровождению замещающих семей, сформулированные Л.В. Смыкало и И.Р. Тамахиной [7, 8].

Содержание программы предусматривало реализацию следующих направлений:

1) изучение и исследование замещающей семьи (анкетирование замещающих родителей после каждого мероприятия, изучение детско-родительских отношений в замещающей семье, выявление причин возникшего конфликта, трудностей);

2) информационно-просветительская работа (проведение семинара-тренинга с приемными родителями «Особенности формирования чувства собственности у приемного ребенка», семинара-тренин-

га для педагогов школ района «Особенности развития и поведения детей, воспитывающихся в замещающих семьях», разработка и распространение печатной продукции – листовок, буклетов, визиток; размещение в районной газете статей, посвященных замещающим семьям, деятельности Службы сопровождения; размещение информации о ее работе на сайтах Центра, Управления социальной защиты населения; пополнение печатной продукцией информационных стендов в Центре, Управлении социальной защитой населения, Комплексном центре социального обслуживания населения, в органах опеки и попечительства);

3) ценностно-мотивационная работа (детско-родительские тренинги «Мы едины», «Семейный круг», конкурс поделок «Защитник Отечества», спортивно-развлекательная программа «Весёлые старты», праздничные мероприятия, посвященные Дню семьи, Дню матери, мастер-классы для приемных детей «Кукла-оберег», «Подарок для мамы»);

4) психокоррекционная работа с замещающими семьями (консультирование родителей (в том числе и по телефону), индивидуальные занятия с приемными детьми);

5) разработка индивидуальной программы помощи семье.

Работа в рамках программы осуществлялась как в групповой, так и в индивидуальной форме.

Результаты исследования и их обсуждение

Таким образом, мы определили, что на развитие детско-родительских отношений в замещающей семье влияет мотив принятия ребенка в семью. Если мотив принятия является конструктивным (положительным), например желание иметь большую семью), то вероятнее всего трудности при воспитании ребенка у замещающих родителей будут наименьшими. Если же мотив принятия ребенка в семью деструктивный (негативный), например страх одиночества или жалость), то даже незначительные трудности, возникающие при воспитании ребенка, могут привести к отказу от него и к вторичному сиротству. Целенаправленное и комплексное психолого-педагогическое сопровождение позволяет помочь замещающим семьям с детьми с ограниченными возможностями здоровья, в частности, сформировать адекватные родительские установки на заболевание и социально-психологические проблемы ребенка путем активного вовлечения родителей в психокоррекционный процесс, способствовать развитию коммуникативных навыков в процессе совместной деятельности детей и взрослых, актуальных форм сотрудничества взаимодействия с семьей.

Заключение

Установлено, что решение проблем, возникающих в замещающих семьях с детьми с ограниченными возможностями здоровья, возможно при организации тщательного изучения и анализа социально-демографических данных такой семьи, характера отношений замещающих родителей к приемным детям, а также особенностей взаимодействия родителей и детей в замещающей семье, и, как следствие, организации психолого-педагогического сопровождения таких семей.

Рассмотрев организационно-содержательные аспекты психолого-педагогического сопровождения замещающей семьи, можно сделать вывод, что данная деятельность имеет свои цели, подходы и структуру. Целью сопровождения замещающей семьи является содействие успешной адаптации приемного ребенка в замещающей семье, предотвращение отказа от приемных детей, предупреждение жестокого обращения с детьми в замещающих семьях. Психолого-педагогическое сопровождение проходит поэтапно и реализуется через систему комплексной диагностики, коррекционно-развивающей работы, консультирование и просвещение родителей.

Исследование выполнено в рамках внутривузовского гранта Мордовского государственного педагогического института им. М.Е. Евсевьева по теме: «Разработка компетентностно-ориентированного содержания профильных дисциплин по направлениям подготовки Специальное (дефектологическое) образование и Психолого-педагогическое образование уровня бакалавриата и магистратуры».

Список литературы

1. Ткачева В.В., Левченко И.Ю. Семья ребенка с отклонениями в развитии: Диагностика и консультирование. М.: Книголюб, 2008. 144 с.

2. Мастюкова Е.М., Московкина А.Г. Семейное воспитание детей с отклонениями в развитии. М.: Владос, 2003. 408 с.

3. Абрамова И.В., Рябова Н.В. Подготовка студентов педагогического вуза к тьюторскому сопровождению детей в условиях инклюзивной практики // Гуманитарные науки и образование. 2016. № 4 (28). С. 51–55.

4. Гришина О.С., Полшкова О.В. Экспериментальная работа по организации психолого-педагогического сопровождения родителей, воспитывающих ребенка с ОВЗ в дошкольной образовательной организации // Современные исследования социальных проблем. 2017. Т. 8. № 10–2. С. 149–154.

5. Байер Е. Приемная семья для детей-сирот // Социальная педагогика. 2009. № 1. С. 123–127.

6. Ослон В.Н., Семья Г. В. Модельные программы сопровождения семей, принявших на воспитание детей с ОВЗ, подросткового возраста, сиблингов. М.: ФГБНУ «Институт управления образованием российской академии образования», 2016. 552 с.

7. Смыкало Л.В. Методические рекомендации по подготовке и сопровождению замещающих семей. СПб.: Врачи-детям, 2010. 42 с.

8. Тамахина И.Р. Технологии работы с замещающими семьями. Воронеж: ГБУ ВО «ЦПППиРД», 2013. 176 с.

УДК 376.37

КОРРЕКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭСТРАДНОГО ВОКАЛА В РЕШЕНИИ РЕЧЕВЫХ И ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Гузовская А.С., Черватюк П.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный институт культуры», Химки, e-mail: nauka-v-vuze@rambler.ru

В статье излагаются основные исследовательские действия и результаты экспериментальной сравнительно-аналитической, проектной, методической и дидактической работы по решению проблемы организации обучения заикающихся детей в классе вокала. Как известно, огромное значение в достижении положительного результата в любом деле играет мотивация ребенка и высокая степень заинтересованности процессом. Современного подростка сегодня могут привлекать компьютерные технологии, соревновательная деятельность, желание быть «ведущим», быть в центре внимания. Анализируя желания детей, можно заключить, что, оказывается, эстрадное пение – единственный метод для активной работы со всеми компонентами развития человека. В связи с высокой популярностью эстрадного вокала в детско-подростковой среде данный вид исполнительства был рассмотрен с точки зрения его коррекционного психоэмоционального потенциала, который изначально заложен в музыке. Вторым вектором исследования стала родственность логопедии и вокала в вопросах развития исполнительского аппарата, коррекции речевых проблем, в частности заикания. В результате комплексного исследования была обоснована целесообразность и разработана специальная комплексная интегративная методика организации коррекционной работы с заикающимися детьми в классе эстрадного вокала, которая может быть реализована в системе дополнительного образования.

Ключевые слова: современная музыка, эстрадный вокал, дети и подростки, заикание, речевые проблемы, психоэмоциональные проблемы, коммуникативные проблемы, коррекция

CORRECTION POTENTIAL OF POP VOCAL IN SOLUTION OF SPEECH AND EMOTIONAL PROBLEMS

Guzovskaya A.S., Chervatyuk P.A.

Moscow State Institute of Culture, Khimki, e-mail: nauka-v-vuze@rambler.ru

The article describes the main research activities and the results of experimental comparative analytical, project, methodological and didactic work to solve the problem of teaching stuttering children in the pop vocal class. Due to the high popularity of pop vocal in the childhood and teenage environment, this type of performance was considered from the point of view of its corrective psycho-emotional potential, which was originally laid in the music. The second vector of the study was the relationship of speech therapy and vocal in the development of the performing apparatus, correction of speech problems, in particular, stuttering. As a result of a comprehensive study, the special complex integrative methodology for the organization of correctional work with stuttering children in the pop vocal class was explained and developed. This methodology can be implemented in the system of additional education.

Keywords: modern music, pop vocal, children and teenagers, stuttering, speech problems, psycho-emotional problems, communicative problems, correction

Воспитательный, личностно-развивающий потенциал музыкального искусства всесторонне исследован многими поколениями ученых и практиков в области философии, искусствознания, психологии, педагогики. Поэтому сегодня является очевидным, что, «благодаря неограниченным интегративным каналам и средствам воздействия (музыкально-звуковым, смыслоречевым, художественно-образным, абстрактным чувственно-эмоциональным), музыка способна формировать, корректировать и стимулировать развитие познавательной, творческой, эмоционально-волевой, социально-коммуникативной сфер личности» [1, с. 47].

В последние столетия, кроме общепедагогических, художественно-эстетических, духовно-нравственных результатов воздействия вокального искусства на личность, в психолого-педагогической науке и практике получили широкое распространение концепции общей музыкотерапии, а также начала формироваться теория и методика специального коррекционного воздействия музыкального искусства на отдельные функции человеческого организма, в частности высшей нервной деятельности – мышления, памяти, речи. Первые исторические сведения о терапевтическом и коррекционном потенциале музыки и, в частности, вокала содержатся в трудах античных мыслителей – Аристотеля, Гиппократа, Пифагора и др. С тех пор оздоровительная роль музыки в целом и пения в особенности является объектом научных размышлений и ядром авторских концепций, систем и методик. «Ввиду многоаспектности условий, определяющих успех обучения, вокальная педагогика является предметом искусства и науки. Исследованием голосовой функции занимаются физиология, акустика, психология,

биофизика, физика и другие научные направления» [2, с. 164], что обеспечивает вокально-педагогическую методику и практику потенциально-результативными знаниями. Так, например, с развитием в XIX в. психологии как самостоятельной состоятельной области научно-практического знания получили возможность теоретико-методического формирования такие коррекционные направления, как арт-терапия, музыкотерапия, развивавшиеся на стыке психологии, педагогики и художественной деятельности. Очевидно, «значение музыки, а также музыкального образования для общества трудно переоценить, их роль должна непрерывно возрастать, если человек хочет выжить в современном мире, сохраняя при этом духовное и физическое здоровье» [3, с. 37].

В то же время, несмотря на общие тенденции к интеграции наук, искусств и практических видов творчества, логопедия и дефектология, имеющие самое непосредственное отношение к певческому искусству, развивались исключительно в интегративном русле медицинских наук, в частности физиологии, психологии и психиатрии. Результаты исследований в данных научных областях крайне актуальны для современной педагогики, так как «с каждым годом в нашей стране растет число людей, страдающих дефектами речи различных видов: афония, тахилалия, брадилалия, дислалия, ринолалия, дизартрия, алалия, афазия, заикание. Согласно статистике последних лет, одной из самых распространенных патологий является заикание» [4, с. 28].

Совершенно очевидна родственность проблем и взаимодополняемость инструментария логопедии, дефектологии, музыкотерапии, вокалотерапии, психологии, коррекционной педагогики, однако на операционально-технологическом и организационно-практическом уровнях не наблюдается масштабных результатов решения психоэмоциональных и физиологических проблем обучающихся на подобной интегративной основе. Так, например, многие авторы методик по устранению заикания, такие как И.А. Сикорский, Л.З. Арутюнян, Ю.Б. Некрасова, Г.Д. Неткачев, Э. Фрешельс, Т. Гепфнер, Н.М. Асатиани, В.М. Шкловский, включали в курс лечения артикуляционную гимнастику, дыхательную гимнастику, психологическую работу с личностью, и лишь некоторые из них – вокальные упражнения, но не в той мере, в которой они могли бы принести высокие результаты выздоровления заикающихся.

О результатах слияния потенциала педагогических, психологических и медицинских исследований сегодня практически нет возможности получить информацию. По сути, сегодня не существует научно обоснованной, проработанной на технологическом уровне, апробированной методики по работе с заикающимися детьми в классе эстрадного вокала, базирующейся на общих закономерностях музыкотерапии, а также учитывающей возможности вокалотерапии, в особенности активного характера, с учетом деятельностных и художественных потребностей и интересов детей.

Всё вышесказанное подтверждает очевидную необходимость объединения, обобщения опыта поколений ученых и практиков в области решения проблемы заикания, коррекции негативных психоэмоциональных состояний и формирования новых комплексных решений на расширенной междисциплинарной основе антропологических наук, искусства и практических видов художественного творчества, которые, как, например, эстрадный вокал, наиболее востребованы в детско-подростковой среде.

Цель исследования: обосновать научно-теоретические и методико-дидактические возможности коррекции заикания у детей посредством эстрадного вокала.

Материалы и методы исследования

Исследуя коррекционные возможности музыки, следует обратить внимание на ставший традиционным довольно узкий стилежанровый спектр, ограничивающий использование музыкальных произведений. Практически неисчерпаем комплекс психологических, физиологических, эмоциональных проблем, на нейтрализацию или профилактику которых направляются сегодня средства музыкального искусства. Кроме общего воздействия музыки, специалистов психолого-педагогических и медицинских специальностей сегодня интересуют коррекционные и лечебные возможности отдельных видов, жанров, стилей музыкального искусства. В данном контексте было многогранно исследовано положительное воздействие классической музыки на духовно-нравственное и интеллектуальное становление личности, а также влияние фольклора на формирование чувств толерантности и развитие художественно-творческих способностей детей и подростков, что обосновано в многочисленных научно-практических исследованиях и апробировано в практической деятельности педагогов образовательных и социально-культурных учреждений различных типов. Однако воспитательный, развивающий, а также корректирующий потенциал современной музыки, к которой тяготеет большинство представителей детско-подростковой среды, к настоящему времени не исследован в достаточной мере.

В сфере музыкальной педагогики имеется лишь ограниченное количество исследований, раскрывающих различные аспекты организации обучения эстрадному вокалу (А.Б. Арутюнова, А.С. Зайцева, О.С. Изюрова, Н.И. Козлов, В.А. Матук, Е.Л. Рыбакова, П.В. Свиридов, Н.С. Ющенко). В то же время «в современной музыкальной культуре, характери-

зующейся богатством стилей, жанров, направлений, сформировался отдельный пласт – детское эстрадное искусство. Детские эстрадные коллективы и отдельные исполнители прямо и косвенно определяют массовые интересы и художественные вкусы современных детей и подростков, формируют мотивацию поступления в учреждения дополнительного образования на эстрадные вокальные сольные и ансамблевые отделения» [5, с. 144].

В процессе занятий эстрадным вокалом, при условии реализации специально разработанных педагогических стратегий у обучающихся неизменно происходит формирование достойных художественных вкусов, развитие музыкальных и творческих способностей, профессионализация интересов, коррекция психоэмоциональных и коммуникативно-поведенческих свойств и проявлений. Высокая интерактивность искусства эстрадного вокала обусловливает максимальную эмоциональную, деятельностную и коммуникативную реализацию личности детей и подростков, так как «в детском возрасте, когда ребенок воспринимает художественное произведение (не только музыкальное, но и литературное и т.д.) особенно эмоционально и непосредственно, художественная коммуникация устанавливается успешно. Наличие творческой окрашенности подобной коммуникации достигается благодаря тому, что дети воспринимают музыкальный образ в процессе своего собственного исполнения – в пении, в инсценировке произведения, при этом активно вживаясь в музыкальный образ и становясь его активным создателем, что и придает всему процессу коммуникации ярко выраженный творческий характер» [6, с. 11].

Результаты исследования и их обсуждение

Эволюционно-историческое родство разговорной речи и пения положило начало нашим системным исследованиям интегративного психолого-педагогического и медицинского характера и содержания. Его ключевым вектором, априори потенциальным, однако до сих пор не имеющим систематизированных результатов в виде методических и дидактических комплексов, явилось исследование коррекционных возможностей эстрадного вокала в решении речевых проблем детей и подростков, в частности распространенной проблемы заикания.

Проведенный нами анализ накопленного к настоящему периоду мультидисциплинарного теоретического, методического и практического опыта «коррекционной работы с заикающимися детьми с учетом признанного психотерапевтического потенциала музыкального искусства в целом и очевидного, эмпирически доказанного логопедического эффекта вокала позволил предположить, что существует вероятность качественного и быстрого устранения дефектов речи ребенка посредством интересного большинству детей эстрадного вокала, одновременно, в едином образовательном процессе, свойственном для данного музыкально-сценического жанра, воспитывая в нем уверенность в себе, коммуникативность, гармоничное ощущение себя в обществе» [5, с. 145].

Полученные на теоретическом проектно-аналитическом и эмпирическом уровнях результаты подтвердили необходимость внесения соответствующих структурно-организационных изменений в деятельность вокальных студий и кружков, массово функционирующих сегодня в системе дополнительного музыкального образования детей. Однако следует отметить, что простая «смена наименований структурных компонентов системы образования не приводит к положительным изменениям в содержании и, соответственно, в результатах подготовки… Очевидно, требуются качественные преобразования на методологическом, дидактическом, методическом и технологическом уровнях функционирования системы» [7, с. 12].

В результате исследования было получено подтверждение необходимости комплексного рассмотрения корректирующих психоэмоциональных, коммуникативных и речевых возможностей вокальной музыки, в частности эстрадного вокала, и выработки такого же комплексного решения на методико-дидактическом и практическом уровнях. Мы пришли к выводу, что все методы и приемы, использованные ранее учеными и практиками в различных психолого-педагогических и медицинских областях для устранения заикания, можно в различной мере применять в вокально-педагогической работе, основываясь на музыкальном материале эстрадного вокала.

В процессе многолетней сравнительно-аналитической, проектной, методической, организационно-технологической, практической педагогической и экспериментально-исследовательской деятельности нами были получены научно и практически значимые результаты, способные повысить качество педагогической работы в детских студиях эстрадного вокала, обеспечить в процессе обучения детей и подростков современному вокальному искусству комплексную психолого-эмоциональную поддержку, коммуникативно-логопедическую коррекцию.

В процессе исследования было установлено, что наиболее эффективной в классе эстрадного вокала является коррекционная работа с заикающимися детьми, структура и содержание которой построены в результате обобщения и интеграции разработанных и зарекомендовавших себя в качестве эффективных направлений, подходов, методов, форм педагогического, психологиче-

ского, медицинского сопровождения, обеспечивающих комплексное воздействие на заикающихся в психических, эмоциональных, психологических и физических аспектах. Эмпирически подтверждено, что заикание можно существенно корректировать на уроках эстрадного вокала при условии реализации авторской программы и соответствующего ей цикла занятий, содержание которых построено в соответствии и на основе специально разработанной комплексной интегративной методики, наполнено адаптированными либо специально разработанными играми, упражнениями, заданиями, художественным вокальным материалом.

Таким образом, нами была научно обоснована целесообразность обобщения и интеграции разработанных и зарекомендовавших себя в качестве эффективных направлений, подходов, методов, форм педагогического, психологического, медицинского сопровождения коррекционной работы с заикающимися детьми, обеспечивающих комплексное воздействие на заикающихся в психических, эмоциональных, психологических и физических аспектах. Именно на данной теоретико-методологической базе была разработана авторская комплексная интегративная методика организации коррекционной работы с заикающимися детьми в классе эстрадного вокала в учреждении дополнительного образования, основанная на результатах анализа и синтеза основных положений общей, возрастной и музыкальной психологии; общей, вокальной и коррекционной педагогики; арт-, музыкальной и вокалотерапии, физиологии, дефектологии и логопедии. Её реализация, как показала экспериментальная педагогическая практика в Ачинской детской музыкальной школе № 2, обеспечивает целостное, многоаспектное воздействие на психоэмоциональные и физиологические проблемы обучающихся и их решение на новом качественном уровне; нейтрализацию основных психологических, педагогических и физиологических проблемных факторов в коррекционной работе с заикающимися детьми за счет интегративного воздействия на проблему и следствие заикания.

Естественно, «в сфере искусства не может быть однозначного, раз и навсегда установленного рецепта, поскольку очень многое определяется личностными качествами педагога и ученика» [8, с. 169], возрастными особенностями и специфическими учебно-воспитательными, психоэмоциональными, межличностными коммуникативными и социальными потребностями каждого заикающегося. Действительно, результативность работы с заикающимися детьми в процессе реализации авторской программы, цикла занятий и методики во многом зависит от антропогенных факторов: активной контактности детей; регулярности посещения ими аудиторных занятий; полного выполнения домашних заданий; постоянного участия в домашней работе родителей, а также от квалификационного мастерства учителя, так как «у каждого педагога, долго и успешно работающего в данной области, существует свой метод обучения, который модифицируется применительно к каждому ученику, исходя из его особенностей» [8, с. 169]. Однако при столкновении с проблемой заикания максимально эффективным инструментарием для любого педагога, независимо от его практического опыта, может стать разработанная авторская методика, программа и конспекты цикла занятий с сопровождающими методическими и дидактическими материалами, которые представляют собой подробные инструкции-рекомендации для преподавателей вокала по работе с заикающимися детьми, готовы к внедрению в системе дополнительного образования, а также в сети общеобразовательных школ в рамках дополнительного образования.

Список литературы

1. Мансурова А.П. Межпредметный потенциал музыки как условие повышения качества учебно-воспитательного процесса в общеобразовательной школе // Искусство и образование. 2016. № 6 (104). С. 46–56.

2. Майковская Л.С., Семёнова О.В. Синергетические основы формирования информационного канала голоса как открытой биосистемы // Искусство и образование. 2018. № 4 (114). С. 163–169.

3. Климай Е.В. Музицирование как путь самопознания современного человека // Ценности и смыслы. 2011. № 6 (14). С. 32–38.

4. Гузовская А.С. Устранение дефектов речи и формирование эмоциональности у детей средствами музыкального искусства // Искусство и образование. 2017. № 4 (108). С. 27–34.

5. Гузовская А.С., Черватюк П.А. Психолого-педагогические условия коррекции заикания у детей посредством вокала в формате дополнительного музыкального образования // Искусство и образование. 2018. № 6 (116). С. 143–149.

6. Майковская Л.С. Сущность межкультурной коммуникации в музыкально-образовательном процессе // Межкультурное взаимодействие в современном музыкально-образовательном пространстве. 2015. № 2. С. 9а–12.

7. Мансурова А.П. Концептуальные положения модульно-дифференцированной подготовки музыканта-педагога в вузе // Музыкальное искусство и образование. 2015. № 3 (11). С. 11–24.

8. Климай Е.В. Современные тенденции в музыкальном образовании // Высшее образование в России. 2009. № 7. С. 169–173.

УДК 378.1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ В АСПЕКТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Касымова Ю.Н.

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

В данной статье рассматриваются современные проблемы теоретического и прикладного характера в части вопроса подготовки кадров для нужд железнодорожной отрасли. Обучение студентов включает в себя множество видов деятельности, но особая роль уделяется производственной практике как основному инструменту, позволяющему овладеть знаниями, умениями и навыками, необходимыми для последующей работы в компании. Значимую категорию составляют студенты целевой подготовки, поскольку предприятие-работодатель осуществляет заказ отраслевому вузу на определенные профессии и специальности, которые наиболее востребованы и необходимы для эффективного функционирования ОАО «РЖД». Именно они формируют «ядро» молодых специалистов, способных воспринимать происходящие изменения и способствовать инновационному развитию холдинга. Анализируется существующая модель организации и проведения производственной практики для студентов. Выделяются проблемы и негативные тенденции данного процесса, а также предлагаются направления его совершенствования. Данная проблема достаточно остро отмечается на рынке труда работодателями. Предложенные в статье направления трансформации существующей модели позволят в краткосрочном периоде сформировать принципиально новый подход к производственному обучению студентов, обучающихся по целевым договорам, расширить возможности формирования у них требуемых профессиональных компетенций.

Ключевые слова: производственное обучение, подготовка кадров, железнодорожная отрасль, целевая подготовка студентов, производственная практика, профессиональные компетенции, вуз, работодатель

METHODOLOGICAL ASPECTS OF IMPROVING THE QUALITY OF PRODUCTION TRAINING OF STUDENTS OF TARGET TRAINING FOR THE RAILWAY INDUSTRY IN THE ASPECT OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES

Kasymova Yu.N.

Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, e-mail: yukasymova@mail.ru

This article discusses modern theoretical and applied problems regarding the issue of training personnel for the needs of the railway industry. Student training includes many types of activities, but a special role is given to industrial practice as the main tool that allows you to master the knowledge, skills necessary for further work in the Company. Students of targeted training make up a significant category, because the employer company orders an industrial university for certain professions and specialties that are most in demand and necessary for the effective functioning of Russian Railways. It is they who form the «core» of young specialists who are able to perceive the ongoing changes and contribute to the innovative development of the Holding. The existing model of organizing and conducting practical training for students is analyzed. The problems and negative trends of this process are highlighted, and directions for its improvement are also proposed. This problem is quite acute in the labor market by employers. The directions of transformation of the existing model proposed in the article will make it possible in the short term to form a fundamentally new approach to the production training of students studying under target contracts, to expand the possibilities of forming their required professional competencies.

Keywords: industrial training, personnel training, railway industry, targeted training of students, Internship, professional competencies, university, employer

Эффективное функционирование железнодорожного транспорта Российской Федерации играет важную роль в создании условий для модернизации, перехода на инновационный путь развития и устойчивого роста национальной экономики, способствует формированию позиций для обеспечения лидерства России в мировой экономической системе [1].

Железнодорожная отрасль характеризуется своей уникальностью, и только наличие кадров с высоким уровнем профильного образования позволит предприятиям повышать свою конкурентоспособность и соответствовать постоянно возрастающему уровню конкуренции в отрасли [2].

Сегодняшнее университетское образование, а в частности производственное обучение, в целом не соответствует перспективным задачам модернизации железнодорожной отрасли. Отсутствует концентрация внимания к развитию у студентов инновационного мышления, навыков лидерства. Причина – разрыв между компе-

тенциями и знаниями, которые дают вузы, и теми, что реально необходимы будущим производственникам.

Цель исследования: выявление недостатков в существующей модели организации и проведения производственного обучения на предприятиях железнодорожной отрасли и предложение направлений ее корректировки для повышения качества подготовки студентов, обучающихся в отраслевых вузах по договору целевого заказа ОАО «РЖД».

Материалы и методы исследования

В работе использованы методы систематизации, анализа и обобщения изученного материала, научных статей в периодических журналах и нормативно-правовой документации по исследуемой проблеме с использованием процессного подхода.

Результаты исследования и их обсуждение

Ориентация на молодые силы – одно из приоритетных направлений развития крупных промышленных организаций, в частности крупнейшего холдинга ОАО «РЖД». Для молодых работников создаются максимально благоприятные условия для развития их профессиональных компетенций, передачи и сохранения накопившегося опыта, железнодорожных традиций.

Взаимодействие с ведущими вузами ведет к наиболее эффективному удовлетворению требований: студента – в образовании; компании – в росте кадрового потенциала; общества – в расширенном воспроизводстве совокупного личностного и интеллектуального потенциала.

Если говорить о железнодорожном транспорте и отраслевых вузах, занимающихся подготовкой кадров для компании ОАО «РЖД», то следует отметить положительную тенденцию в построении системы взаимодействия «вуз – предприятие». Она реализуется через действие организационно-экономического механизма осуществления целевого заказа на выпускников той или иной специальности, необходимых для функционирования подразделений железнодорожной отрасли [3].

Наличие системы целевой подготовки специалистов с высшим и средним профессиональным образованием для нужд железнодорожных предприятий позволяет ежегодно трудоустраивать в структурные подразделения компании более 250 востребованных специалистов, что является неоспоримым конкурентным преимуществом как для самих выпускников, так и для функционирования холдинга в целом.

Обучение студентов включает множество направлений деятельности: теоретические, практические и лабораторные занятия, семинары, самостоятельная подготовка, выполнение реферативных, расчетно-графических, курсовых работ и проектов, а также прохождение практики по видам, регламентируемым стандартом образования [4].

Рациональная организация практики является одним из самых важных векторов подготовки студента к профессиональной деятельности в условиях постоянно и быстро меняющихся реалий современной экономики, способствует углублению и расширению теоретических знаний, формированию умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию. Происходит формирование и развитие самостоятельной активности студентов, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Существующая модель проведения производственной практики в рамках функционирования механизма «вуз – предприятие» представлена на рисунке.

Производственное обучение играет важную роль в формировании у студентов общих и профессиональных компетенций, а также приобретение необходимых умений, навыков и опыта практической деятельности.

Производственная практика по направлениям подготовки (специальностям) проводится в филиалах ОАО «РЖД» (структурных подразделениях филиалов ОАО «РЖД»), имеющих высокий уровень технической оснащенности и использующих современные эффективные методы управления производством. Вузы направляют студентов в структурные подразделения полигона дороги в соответствии с заключаемыми договорами. В настоящее время студенты получают рабочую профессию на площадках профильных вузов, после чего направляются непосредственно в подразделения филиала ОАО «РЖД».

Программа практики предусматривает изучение непосредственно производственного процесса, а также организации работы по обеспечению безопасности движения на железнодорожном транспорте. Студенты должны посещать занятия по технической учебе, организуемой для работников подразделения [3, 5, 6]. Руководство практикой, как правило, осуществляется двумя руководителями практики: от образовательного учреждения и от предприятия. Результаты прохождения практики оцениваются посредством проведения промежуточной аттестации в виде написания отчета по заданию на практику и защиты его руководителю практики, закрепленному за студентом на кафедре в вузе.

Существующая модель проведения производственной практики студентов-целевиков

Собственно наличие практики в учебном плане еще не свидетельствует об ее эффективности для получения студентами навыков, значимых для будущей профессии. В этом вопросе важную роль играет процесс проведения и то, как он подготовлен. Рассматривая этот вопрос, целесообразно говорить о реорганизации существующего механизма проведения практики для студентов-целевиков, так как в текущей модели организации практики имеется ряд недостатков и проблем.

Существует ряд проблем, связанных с формированием ключевых компетенций и реорганизацией существующей технологии организации практики:

1. Площадки образовательных организаций не всегда соответствуют требованиям производственного процесса.

Перед направлением на практику студент получает рабочую профессию, соответствующую его специализации в образовательной организации, и в последующем направляется в структурное подразделение для прохождения практики.

Но в вузах зачастую отсутствуют необходимые тренажеры и инструменты. А те, которые используются на практике в данный момент, морально и физически устаревают, что сказывается на качестве прохождения практики студентами целевой подготовки. Для достижения максимального эффекта необходима реализация возможности оказаться в реальных производственных условиях. Оказать содействие в техническом оснащении вузов компания ОАО «РЖД» не имеет возможности, ввиду отсутствия сформированного материального и технологического механизма.

2. Отсутствие на предприятиях полигона ОАО «РЖД» обученных наставников, закрепляемых за студентом-целевиком.

Текущий механизм прохождения практики также предполагает закрепление студента-целевика по прибытию на предприятие за работником, который в свою очередь в соответствии с утвержденной программой практики должен научить студента профессиональным навыкам, развить определенные компетенции, как профессиональные, так и общекультурные. Загруженность основными видами работ по текущей деятельности работника не позволяет организовывать производственное обучение в четком соответствии с Программой практики, а следовательно, не позволяет в полной мере изучить технологические процессы.

3. Заказчик обучения (ОАО «РЖД») не участвует в процессе образования, производственного обучения и мониторинга приращения компетенций у студентов.

Студент получает отметку в Дневнике прохождения практики и направляется в образовательное учреждение для дальнейшего продолжения обучения.

4. Отсутствует механизм передачи рекомендаций по совершенствованию и устранению «пробелов» в знаниях, умениях и навыках студента, выявленных в результате прохождения практики.

Вышеназванные проблемы порождают следующие негативные последствия:

1. Студент приобретает профессиональные навыки не в том объеме, который требуется для дальнейшей успешной деятельности.

2. Снижается мотивация у студентов в прохождении производственного обучения.

3. Развивается нежелание дальнейшего трудоустройства в ОАО «РЖД» в связи с непониманием механизма трудовой деятельности, поставленных стратегических и текущих целей и задач компании.

4. Наличие разрыва в теоретической базе, преподаваемой образовательной организацией и реальной производственной ситуацией в компании.

5. Отсутствие экономического эффекта для предприятия-работодателя от подготовки студентов-целевиков.

Большое количество отказов, браков в будущей работе выпускников-целевиков несут финансовые потери для Компании, а значит, срок окупаемости вложений денежных средств в подготовку студента все более возрастает.

Также важное значение имеют факторы, влияющие на проведение практики студентов, которые можно разделить на следующие группы:

– действующая нормативно-правовая документация;

Изменение положений действующего законодательства, нормативных документов приведет к изменениям в проведении практики. Например, может измениться количество практик, сроки проведения, объем и продолжительность практик, требования к результатам прохождения практик;

– уровень подготовки студентов и руководителей практики.

Недостаточный уровень теоретических знаний, умений и навыков студентов не позволит достичь качественного результата прохождения практики. При этом руководителям практики также важно обладать как техническими знаниями, умениями и навыками, так и педагогическими.

Студентам во время прохождения практики в структурных подразделениях железной дороги зачастую поручают работу, не предусмотренную программой прохождения практики, ввиду загруженности специалистов основной работой;

– техническая оснащенность подразделения, в котором проводится практика;

Недостаточная техническая оснащенность не позволит получить качественных результатов прохождения практики.

Работа на реальном производственном оборудовании во время прохождения производственной практики повышает творческую активность студентов, вовлекает их в поиск собственных способов решения профессиональных задач;

– мотивация студентов и руководителей практики.

В идеальной перспективе высшие учебные заведения должны работать на опережение, извлекая актуальную информацию из соответствующих источников, продуцируя новые идеи совместно с заказчиками кадров, гибко реагируя изменением подхода к обучению на вызовы времени.

В этой связи возникает острая необходимость перехода на новую модель организации и проведения производственной практики для студентов, в частности целевой подготовки.

Учитывая вышеназванные недостатки в существующей модели, нами предлагается новая схема проведения производственной практики, предполагающая ряд существенных изменений:

1. Направлять студентов-целевиков для изучения технологических процессов и присвоения рабочей профессии в Учебный центр профессиональных квалификаций (УЦПК), который в своей структуре имеет оборудованные кабинеты, тренажеры, оборудование, площади для развития технических полигонов.

2. Каждого студента рекомендуется закреплять за обученными преподавателями производственного обучения.

3. Осуществлять выполнение программы практики, утвержденной образовательной организацией и согласованной со структурными подразделениями ОАО «РЖД.

4. Погружать студентов в производственный процесс.

5. Проводить обязательное входное и выходное тестирование студентов с целью мониторинга начального (до прохождения практики) и итогового (после прохождения практики) уровня знаний и приращения компетенций.

6. Присваивать рабочие профессии студентам-целевикам, прошедшим выходное тестирование на положительную оценку.

7. Разработать рекомендации отраслевым вузам по корректировке рабочих программ и учебно-методических комплексов дисциплин.

8. Закреплять группы студентов за обученными мастерами производственного обучения, которые в свою очередь организуют практику в соответствии с утвержденной программой.

9. В период практики для погружения в производственный процесс направлять студентов на заранее определенные площадки предприятий, являющихся заказчиками обучения. В том числе изучать технологические процессы смежных хозяйств.

10. С помощью специального оборудования отрабатывать навыки поведения в нестандартных ситуациях.

11. По окончанию практики с помощью существующих методов произвести оценку

профессиональных и корпоративных компетенций и направить сведения руководителям кадровых блоков для дальнейшего формирования кадрового резерва.

12. В дальнейшем качественно подготовленных студентов направлять на закрепленные предприятия и трудоустраивать их на рабочие места.

В процессе прохождения практики студенты будут иметь возможность изучить новую технику, современные технологические процессы, приобретут практический опыт работы с оборудованием, производственный опыт и соответствующую квалификацию.

По мере накопления опыта студенты-целевики смогут более полно использовать свои знания для совершенствования производственных процессов, выполнения отдельных работ, повышения производительности труда, более рационально использовать и организовывать свой труд.

Выводы

Возможность самостоятельной трудовой деятельности побуждает будущих специалистов к развитию умений находить, формулировать и творчески решать проблему. От достижения поставленных целей «выиграет» не только сам сотрудник, но и холдинг ОАО «РЖД» в целом.

Совокупность предлагаемых в данной методике мер позволит выйти на новый уровень подготовки сотрудников, реализовывать поставленные стратегические задачи и повысить экономическую эффективность деятельности компании в целом.

Список литературы

1. Долгосрочная программа развития ОАО «Российские железные дороги». Утверждена распоряжением правительства российской федерации от 19 марта 2019 г. № 466-р [Электронный ресурс]. URL: http://static.government.ru/media/files/zcAMxApAgyO7PnJ42aXtXAga2RXSVoKu.pdf (дата обращения: 20.09.2019).

2 Управление экономической эффективностью эксплуатационной деятельности железнодорожного транспорта с использованием инновационных подходов: монография / Под ред. Д.А. Мачерета и А.В. Рышкова. М.: РИОР, 2018. 212 с.

3. Распоряжение ОАО «РЖД» от 17 апреля 2013 г. № 907р «Об утверждении Положения об организации профессионального обучения в ОАО «РЖД» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_224500 (дата обращения: 20.09.2019).

4. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 17.06.2019) «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 20.09.2019).

5. Положение «Об организации в ОАО «РЖД» практики студентов образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального и высшего образования», утвержденное распоряжением ОАО РЖД от 31.03.2015 г. № 813 р. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=633443 (дата обращения: 20.09.2019).

6. Приказ Росжелдора от 10.06.2015 № 243 «Об организации и проведении производственной практики обучающихся в образовательных организациях Федерального агентства железнодорожного транспорта. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rgups.ru/site/assets/files/50189/polozhenie_o_praktike_obuch.-_osvaivaiushchikh_osn._prof._obr._programmy_spo.pdf (дата обращения: 20.09.2019).

УДК 37.01:376.1

СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОНТЕКСТОВ, ИНДИВИДУАЛИЗИРУЮЩИХ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Кийкова Н.Ю.

ГБУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования», Челябинск, e-mail: chippkro@ipk74.ru

Систематика содержания специальных образовательных контекстов, определяющих общие и индивидуальные планируемые результаты образования, актуальна в связи с необходимостью конкретизации смысла формирующихся межличностных взаимоотношений, как мотива, средства и результата деятельности в форме личностно значимых социально приемлемых представлений детей и подростков об особенностях индивидуального развития. Поэтому актуальна цель исследования – определение системообразующих, ориентирующих и стимулирующих оснований выбора межпредметного содержания образования в зависимости от преобладающих социально-психологических ситуаций, в которых находятся дети и подростки, и обеспечивающих формирование их представлений о законах личностного развития и сохранения психологической устойчивости к возникающим в результате этого процесса учебным трудностям. В качестве основных материалов исследования избраны результаты психофизиологических, психолого-педагогических, социально-педагогических исследований, посвященных изучению опыта интеграционного взаимодействия обучающихся, педагогов и родителей в специальных образовательных и социально-культурных условиях. Благодаря этому определены специальные контексты, определяющие общие перспективные результаты образования, ориентирующие социокультурные контексты, обеспечивающие формирование представлений детей о смысле осуществляемой деятельности и взаимоотношений и соответствующие стимулирующие основания индивидуализации межпредметного содержания образования, обеспечивающие формирование специальных интегрированных качеств детей с особыми образовательными потребностями в форме смыслообразующих, ориентирующих, созидательных знаний, умений, навыков. В заключение конкретизированы восстанавливающие основания, цели, содержание и результаты, способствующие проектированию общих и индивидуальных планируемых результатов образования детей и подростков в условиях контекстного обучения.

Ключевые слова: образование, контекст, социально-психологические обстоятельства, интеграция, интегрированное образование, семейное обучение и воспитание, контекстное обучение, межпредметные понятия, межпредметные действия, межпредметные отношения, обучающиеся с особыми образовательными потребностями, планируемые результаты

THE MAINTENANCE OF THE SPECIAL EDUCATIONAL CONTEXTS INDIVIDUALIZING THE PERSPECTIVE PLANNED RESULTS OF DEVELOPMENT OF CHILDREN AND TEENAGERS

Kiykova N.Yu.

Chelyabinsk Institute for Retraining and Advanced Training of Education Workers, Chelyabinsk, e-mail: chippkro@ipk74.ru

Systematization of maintenance of the special contexts defining the general and the individual planned results of education, is modern due to the need of a specification of sense of the formed interpersonal relationship as motive, means and result of activity in the form of personal and significant social and acceptable ideas of children and teenagers of features of individual development. Therefore the research objective – definition of the backbone, focusing and stimulating bases of the choice of intersubject content of education depending on the prevailing social and psychological circumstances in which there are children and teenagers and their ideas of laws of personal development and maintaining psychological resistance to the educational difficulties resulting from this process providing formation is relevant. As the main materials of a research results of the psychophysiological, psychology and pedagogical, social and pedagogical researches devoted to studying of experience of integration interaction of students, teachers and parents in special educational and welfare conditions are chosen. Thanks to it the special contexts defining the general perspective results of education focusing the sociocultural contexts providing formation of ideas of children of sense of the carried-out activity and relationship and the respective stimulating lines of intersubject content of education providing formation of the special integrated qualities of the children with special educational needs in a form the smysloobrazuyushchikh focusing of creative knowledge, abilities, skills are defined. Therefore in the conclusion the restoring bases, the purposes, contents and results promoting design of the general and the individual planned results of education of children and teenagers in the conditions of contextual training are concretized.

Keywords: education, a context, social and psychological circumstances, integration, the integrated education, contextual training, family training and education, intersubject concepts, intersubject actions, the intersubject relations studying with special educational needs, the planned results

Развитию системы отношений в сфере образования способствуют основные и современные психолого-педагогические концепции, отражающие интегративные тенденции в сфере естественных, технических, гуманитарных наук и регламентирующие характер вариативности содержания и форм организации образовательного процесса, доступность общих знаний и информации для каждого, новые образовательные

возможности свободного личностного выбора содержания, форм и видов деятельности, определяющих результаты образования и индивидуальное развитие человека в условиях ограничения его возможностей.

В основе использования разного понимания содержания представлений об образовательной сфере в научной теории и практике лежат принципы приоритетной значимости развития отдельного государства, общества, каждого человека в специальной опережающей прогностической перспективе [1]. Поэтому стратегические вопросы проектирования содержания образовательных контекстов исследуются с позиций внимания к особым характеристикам содержания понятия «образование», обеспечивающим формирование общих и индивидуальных планируемых результатов:

1) образование как гуманитарное знание о развитии педагогических ценностей, систем, процессов и результатов, об «идеальных» моделях, системах, структурах и их динамике в разные периоды времени и в условиях разных социально-экономических пространств [2];

2) образование как социокультурный феномен, инициирующий, компенсирующий и детерминирующий содержание социально-культурной концептосферы в речевой культуре [3];

3) образование как гуманизирующий ресурс, актуализирующий посредством методологии проектирования направленность целевых усилий на заранее планируемые преобразования, обращенность к реальности будущего, рождающегося в мышлении и обеспечивающегося благодаря рефлексии, способствующего нацеленности на развитие проектируемого объекта [4], поиску жизненных стратегий, включая отношение человека к сущему и должному, свободе и необходимости [5].

Основанием исследования являются особенности формирующихся отношений между разными участниками сферы образования. В основе регулирования образовательных отношений, с одной стороны, лежат представления об уникальности личности каждого выпускника школы, индивидуальных возможностях каждого школьника и ученического сообщества в целом. С другой стороны, анализ социокультурных установок свидетельствует о необходимости изучения практик конструктивного социального взаимодействия в условиях открытости, разнообразия, информационной обеспеченности, межпредметности, организованного сотрудничества, сопричастности. Особое значение приобретает задача определения специальных контекстов, обусловливающих проектирование таких общих и индивидуальных планируемых образовательных результатов, которые обеспечивают развитие детей и подростков в условиях изучения межпредметного содержания образования, разных форм организации образовательного процесса.

Таким образом, актуальна цель исследования – определение системообразующих, ориентирующих и стимулирующих оснований индивидуализации межпредметного содержания образования в зависимости от преобладающих социально-психологических контекстов, в которых находятся дети и подростки, и обеспечивающих формирование их представлений о законах личностного развития и сохранения психологической устойчивости к возникающим в результате этого процесса учебным трудностям.

В гуманитарных науках общее мнение о понятии контекст представлено двумя подходами. С одной стороны, универсальный язык науки свидетельствует, что от латинского приставка *con-* в слове «контекст» означает объединение, общность, совместимость, а «текст» происходит от латинского *textum*, что означает «ткань», «связь», «построение». Исходя из такого основания в категориальном строе современной психологической науки, контекст понимается как способ упорядочивания хаоса психических содержаний через посредство задания некоторой «системы координат», указывающей значение и смысл каждого из психических процессов [6]. С другой стороны, наряду с традиционным для лингвистики и психолингвистики пониманием своевременно второе значение данного понятия, уточняющее сферу употребления этого термина, когда «…нередко употребляется выражение “социальный контекст”, “культурный контекст”, “духовный контекст” для обозначения окружающей человека социальной среды, ситуации» [6].

Таким образом, специальный образовательный контекст как особый содержательный предмет изучения представляет собой универсальные и специальные возможности предполагаемой и осуществимой практики проектирования и формирования индивидуального развития детей и подростков в условиях разных социально-культурных ситуаций.

Специальные задачи становления личностного опыта в период возрастных и образовательных кризисов, задачи формирования собственного опыта социализации личности исследованы с позиций самоактуализации, закономерностей достижения социальных ожиданий в теориях мотивации личности, уточнения перспективных содер-

жательных и методических линий развития. В качестве показателей становления личности, ее убеждений, ценностей, предпочтений избраны разнообразные результаты, отражающие необходимость формирования основных интегративных социокультурных потребностей: 1) представление о природе человека, ценностные ориентации, познавательные потребности, самопринятие, самоуважение, сензитивность к себе, компетентность личности во времени, 2) контактность, поддержка, спонтанность, синергия, 3) несостоятельность агрессии, гибкость поведения, креативность [7]. Результаты научных исследований свидетельствуют о возможности уточнения межпредметного содержания образования с максимальной индивидуализацией планируемых образовательных результатов в определенных или предполагаемых социально-психологических и социокультурных ситуациях [8]:

1) адаптация к неопределенности в условиях отсутствия ценностной доминанты развития, игнорирования трудностей, противоречий, преград, нестабильности, критичности ситуации формирования опыта («индивидуальное настоящее»);

2) социализация в условиях определенности, направленная на приспособление к новому смыслу, построению нового содержания с сохранением ценностной доминанты («определенное будущее»);

3) социализация в условиях неопределенности, предполагающая создание новых смыслов, областей рассмотрения задач, отношений, «личностно значимое» (ценностно значимое, принятое, семейное, логичное, последовательное, многозначное) поведение («общее будущее»).

Конкретизация специальных ориентирующих социокультурных контекстов значительно расширяет потенциал использования сферы социокультурного становления в социально-контекстном пространстве. В связи с этим в качестве основных материалов исследования избраны результаты психофизиологических, психолого-педагогических, социально-педагогических исследований, посвященных изучению опыта интеграционного взаимодействия обучающихся, педагогов и родителей в специальных образовательных и социально-культурных условиях [9, 10]. Результаты психолого-педагогических исследований показывают, что увеличивается категория особенных, необычных детей, отмечаются изменения ценностных ориентаций. На первый план выдвигаются интеллектуальные, волевые, социальные ценности и философские, исследовательские, творческие потребности, возрастает критичность по отношению к взрослым, проявляются предпосылки содействия смыслообразованию учащихся в процессе гуманитаризации социальных взаимоотношений [11–13].

Для дальнейшего исследования задачи необходимо построение связной, целостной, дедуктивно-соподчинённой системы содержательных предположений, допускающих формирование перспективных планируемых результатов образования с учетом индивидуальных психофизиологических возможностей детей и социально-психологических возможностей и предпочтений семьи в разных социально-культурных ситуациях.

Очевидно, что на первоначальном этапе «адаптации детей и подростков к неопределенности» перспективными интегрированными качествами, позволяющими проектировать и формировать их индивидуальное развитие целостно, являются системообразующие качества индивидуального развития, способствующие развитию доверия детей и подростков к себе: важность, достоинство, эмоциональная устойчивость, социальная смелость, оптимизм, основаниями формирования которых являются такие действия, как самопоследовательность, самопонимание, самоинтерес, самоуважение к себе.

В дальнейшем, на втором этапе, в ситуации социализации к определенным осознаваемым условиям перспективными интегрированными результатами являются ориентирующие смыслы индивидуальности, которые определяются возможностями использования детьми и подростками в учебно-воспитательной деятельности индивидуального личностного опыта и жизненных перспектив, формирующих доверие к разным аспектам содержания образования, особенностям учебного процесса, характеру взаимоотношений с другими людьми. Благоприятный характер индивидуальной деятельности в таком случае способствует появлению новых возможностей использования содержания образования, снижению тревожности, актуализации навыков совместной деятельности, готовности к нормативному поведению и проявлению социальной смелости. На заключительном этапе приобщения детей и подростков к социально-культурной среде в условиях неопределенности социализации будут способствовать такие интегрированные возможности, которые являются созидательными, интегрирующими общие усилия индивидуальными смыслами. Их развитию содействует актуализация потребностей детей в общении, педагогическое содействие, направленное на решение возрастных задач, ори-

ентация на получение знаний о готовности к принятию решений. Поддержка процессов самореализации формирует у них навыки ответственного отношения к выбору преимущественных способов общения, приоритетного влияния и значимости для других людей в достижении общих значимых результатов.

Таким образом, результаты анализа основных социально-психологических ситуаций свидетельствуют о том, что формирование планируемых результатов личностного развития человека в условиях ограничения индивидуальных возможностей определяются соответствием между этапами его приобщения к разнообразным социально-психологическим ситуациям и необходимостью проектирования особого содержания специальных смыслоообразующих контекстов. Смыслоообразующие контексты деятельности субъектов образовательного процесса исследуются в теории контекстного обучения. В контекстном обучении моделируются предметное и социокультурное содержание деятельности. Информация выступает здесь не только предметом усвоения, а средством регуляции учащимися последовательно сменяющих друг друга разных видов деятельности. Теория контекстного обучения ориентирована на использование интегративного единства пяти сред: образовательной, информационной, общекультурной, социальной, предметно-профессиональной [10]. Такое распределенное по основным сферам жизнедеятельности единство позволяет сохранять устойчивость используемых технологий и осуществлять избирательность в выборе содержания и средств достижения планируемых результатов. Образовательная сфера структурирует элементы научного знания, позволяющие сокращать пути решения сложных задач. Информационная сфера систематизирует элементы философских, дисциплинарных, интегрированных знаний. Общекультурная сфера стимулирует использование элементов практического знания, обеспечивает преемственность, последовательность и непрерывность решения приоритетных, главных, специальных задач. Социальная сфера интегрирует элементы междисциплинарных знаний. Предметно-профессиональная способствует развитию частнонаучных, междисциплинарных знаний.

Специальными контекстами, определяющими общие перспективные результаты образования, по мнению участников разных гуманитарных профессиональных сфер, отмечены:

1) ценностное отношение к образованию, развитию мотивационной составляющей деятельности;

2) осознанность новизны содержания образования в форме мнения, совета и практической деятельности в форме приемов, поступков, осуществляемых во взаимоотношениях, взаимодействии с другими людьми;

3) обозначение качественных признаков результата деятельности в личностном и общественном смысле;

4) эмоциональная составляющая содержания речевой, интеллектуальной, коммуникативной, регулятивной деятельности;

5) приемлемые для школы и семьи формы межличностного взаимодействия, формирующие созидательные (интегрирующие) индивидуальные качества [14, 15].

Стимулирующие основания индивидуализации межпредметного содержания образования, обеспечивающие формирование представлений о смысле осуществляемой деятельности в условиях разных ориентирующих социокультурных контекстов

Смыслообразующая сфера	Образовательная	Информационная	Общекультурная	Социальная	Предметно-профессиональная
Специальные ориентирующие социокультурные контексты	Научные представления о числе	Философские представления о числах	Значение известных задач о числах	Отношения меньшинства и большинства	Использование чисел в профессиональной сфере
Адаптация к неопределенности	«Числовые величины здоровья»	Обозначение начинаний	Применимость числовых сравнений	«Постоянство» в числах	Отношение к мастерству, индивидуализму
Социализация в условиях определенности	«Дружественные» числовые величины	Величина философских союзов	Измеримость значимых отношений	Измерение опыта взаимодействия в разных показателях	Показатели успешности известных коллективов
Социализация в условиях неопределенности	Числовые величины и время	Сравнение единственного и бесконечного	Планирование времени	Динамика явлений в числах	Расчеты значимых профессиональных показателей

Необходимость конкретизации смысла и результатов формирующихся отношений в форме значимых личностных и метапредметных представлений об особенностях индивидуального развития актуализирует задачу изучения контекста как особого содержательного предмета изучения, возможной практики осуществления индивидуальных возможностей в социокультурном взаимодействии в образовательной, информационной, общекультурной, социальной и предметно-профессиональной сфере. Средством последовательного расширения представлений детей о развитии посредством использования возможностей разных смыслоообразующих, ориентирующих и стимулирующих контекстов является межпредметный подход. На примере изучения темы «Числа» рассмотрим примеры ценностно-смысловых соответствий между смыслообразующими и ориентирующими социокультурными контекстами и представим в обобщенной форме в таблице.

В заключение подчеркнем, что благодаря индивидуализации межпредметного содержания образования представления о его смысле и формирующихся отношениях развиваются последовательно и непрерывно с учетом индивидуальных возможностей детей и социально-психологических возможностей и предпочтений семьи. Перспективным является исследование других стимулирующих оснований индивидуализации: осознанность новизны содержания; обозначение качественных признаков результата деятельности; эмоциональная составляющая содержания речевой, интеллектуальной, коммуникативной, регулятивной деятельности, приемлемые для школы и семьи формы межличностного взаимодействия. Обозначение характера актуальных для индивидуализации социально-психологических ситуаций, определяющих возможности и результаты образования детей, систематизация стимулирующих оснований индивидуализации межпредметного содержания образования по основным смыслообразующим сферам контекстного обучения в связи с определенными специальными ориентирующими контекстами, позволяет определить восстанавливающие основания, цели, содержание и результаты процесса формирования специальных интегрированных качеств детей с особыми образовательными потребностями в форме смыслообразующих, ориентирующих, созидательных знаний, умений, навыков, качеств и способностей. Проектирование в условиях контекстного обучения позволяет осуществлять преемственность в формировании общих и индивидуальных планируемых результатов образования детей; индивидуализировать содержание образовательной, самостоятельной и творческой деятельности детей разными участниками образовательного процесса согласованно, планировать перспективное содержание совместной инновационной деятельности педагогов.

Список литературы

1. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века: учебное пособие для самообразования. М.: Педагогическое общество России, 2002. 512 с.

2. Жилина В.А., Кузнецова Н.В., Жилина Е.А. Управление знаниями и генерация знаний: основные риски современного гуманитарного образования // Перспективы науки и образования. 2018. С. 18–26.

3. Мухамед Т.В. Модели образования в контексте трансформационных процессов в культуре: философский анализ: автореф. дис. ... канд. философ. наук. Москва, 2017. 24 с.

4. Кошман М.Г., Неверкович С.Д. Методология социокультурного проектирования в воспитательном пространстве общества // Физическая культура, спорт наука и практика. 2016. № 4. С. 97–101.

5. Ильинская Е.А. Образ и концепт времени как факторы генезиса и динамики культурных систем: автореф. дис. ... доктора культурологии. Санкт-Петербург, 2017. 41 с.

6. Вербицкий А.А., Калашников В.Г. Понятие контекст в категориальном строе психологической науки // Педагогика и психология образования. 2015. № 4. С. 90–99.

7. Ким И.Е. Сопричастность и контроль в личной и социальной семантических сферах современного русского языка: автореф. дис. ... докт. фил. наук. Красноярск, 2011. 41 с.

8. Грибов Д.Е. Социальные ожидания как регулятор социального поведения личности: теоретические проблемы исследования // Гуманитарий Юга России. 2016. Т. 19. № 3. С. 182–189.

9. Вербицкий А., Креславская Е. Диагностика понимания в контекстном обучении // Высшее образование в России. 2007. № 10. С. 26–31.

10. Мачехина О.Н. Учитель в социально-контекстном пространстве современной школы // Человек и образование. 2009. № 3 (20). С. 154–156.

11. Дылгырова Р.Д. Содействие смыслообразованию учащихся в процессе гуманитаризации школьного образования: автореф. дис. ... кан. пед. наук. Улан-Удэ, 2017. 24с.

12. Дружинина С.В. Интеллект, креативность и личностные свойства как факторы реальных достижений: автореф. дис. ... кан. пед. наук. Москва, 2016. 26 с.

13. Трошков С.Н., Кузнецов В.М. Система управленческого содействия педагогам общеобразовательной организации в реализации инновационной деятельности // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. 2017. № 1 (30). С. 121–126.

14. Волков И.Е. Устойчивое развитие личности в меняющемся мире: автореф. дис. ... канд. философ. наук. Нижний Новгород, 2006. 22 с.

15. Русанова Л.С. Влияние социально-психологических особенностей семьи на речевое развитие ребенка: дис. ... канд. псих. наук. Ярославль, 2017. 254 с.

УДК 378.146

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ЭКОЛОГО-ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

[1]Несговорова Н.П., [1]Савельев В.Г., [2]Уфимцева М.Г.

[1]ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Курган, e-mail: geograf@kgsu.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, e-mail: yfim@mail.ru

В статье на основе интеграции гражданской и экологической идентичности обосновывается эколого-гражданская идентичность. Под эколого-гражданской идентичностью авторы работы понимают метапредметное в содержательном плане и уровневое по проявлению качество личности, направленное на включение личности в деятельность по сохранению природного богатства планеты, государства, региона, среды обитания индивида и его здоровья. С целью выявления возможностей ее формирования у обучающихся профессиональных образовательных учреждений проведен анализ научных трудов, касающихся различных аспектов гражданской идентичности (А.Г. Асмолова, Н.А. Галактионовой, Е.А. Гришиной, И.В. Кожанова, Н.Ю. Кравченко, E.A. Cochina, R. Baumeisters), а также экологической идентичности (М.В. Терешиной, И.С. Башмаковой, M. Thomashow, M. Gooch). В процессе опытно-экспериментальной работы для обоснования содержательного поля эколого-гражданской идентичности изучены федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования бакалавриата и магистратуры следующих укрупненных групп специальностей (УГС): первая группа – «Науки о Земле», вторая группа – «Биологические науки», третья группа – «Физика и астрономия», четвертая группа – «Математика и механика», пятая группа – «Образование и педагогические науки». В текстах вузовских стандартов содержание понятия «эколого-гражданская идентичность» можно выделить в рамках ГОС ВПО в дисциплинах социально-гуманитарно-экономического цикла всех специальностей и дисциплин общепрофессионального цикла специальности «Экология». В рамках ФГОС ВПО и ВО содержание эколого-гражданской идентичности можно с трудом выделить в общекультурных компетенциях всех направлений подготовки бакалавриата и магистратуры. В содержании общепрофессиональных компетенций она представлена для направлений подготовки «Биология», «География», «Экология и природопользование». Однако в профессиональных компетенциях этих направлений представлена слабо за исключением направления «Экология и природопользование». Идентичность как личностное качество может проявляться на нескольких уровнях: глобальном (мировом, государственном), региональном и локальном. Интегрирующим фактором данных уровней является природа, которая придает гражданской идентичности направление на сохранение ее объектов, следовательно, стоит говорить об эколого-гражданской идентичности.

Ключевые слова: гражданская идентичность, экологическая идентичность, структура эколого-гражданской идентичности

SCIENTIFIC AND THEORETICAL BASES OF ECOLOGICAL AND CIVIL IDENTITY

[1]Nesgovorova N.P., [1]Savelev V.G., [2]Ufimtseva M.G.

[1]Kurgan State University, Kurgan, e-mail: geograf@kgsu.ru;
[2]Northern Trans-Urals State Agricultural University, Tyumen, e-mail: yfim@mail.ru

The article substantiates ecological-civil identity on the basis of integration of civil and ecological identity. Under the ecological and civil identity the authors understand meta-subject in terms of content and level of manifestation of the quality of personality, aimed at the inclusion of the individual in the conservation of the natural wealth of the planet, the state, the region, the environment of the individual and his health. In order to identify the possibilities of its formation in students of professional educational institutions, the analysis of scientific works relating to various aspects of civil identity (A.G. Asmolova, N.A. Galaktionova, E.A. Grishina, I.V. Kozhanova, N.Yu. Kravchenko, E.A. Cochina, R. Baumeisters), as well as environmental identity (M.V. Tereshina, I.S. Bashmakova, M. Thomashow, M. Gooch). In the process of experimental work to substantiate the content field of ecological and civil identity studied Federal state educational standards of higher education undergraduate and graduate following enlarged groups of specialties (UGS): the first group- «Earth Sciences», the second group – «Biological Sciences», the third group – «Physics and astronomy», the fourth group – «Mathematics and mechanics», the fifth group – «Education and pedagogical Sciences». In the texts of University standards, the content of the concept of «ecological and civil identity» can be identified within the GOS VO in the disciplines of the social, humanitarian and economic cycle of all specialties and disciplines of the General professional cycle of the specialty «Ecology». Within the framework of the FGOS VPO and VO content of ecological and civil identity can hardly be distinguished in the General cultural competencies of all areas of bachelor's and master's degree. In the content of General professional competences it is presented for the directions of preparation «Biology», «Geography», «Ecology and nature management». However, in professional competences of these directions it is represented poorly except for the direction «Ecology and nature management». Identity as a personal quality can be manifested at several levels: global (world, state), regional, and local. The integrating factor of these levels is nature, which gives the direction to the preservation of civil identity of its objects, therefore, it is worth talking about the ecological and civil identity.

Keywords: civil identity, ecological identity, structure of ecological-civil identity

Проблема идентичности личности является традиционной философской проблемой, которую, с одной стороны, можно обозначить как проблему тождества личности, а с другой, как ее определенность. Идентичность, таким образом, есть тождество социального и индивидуального в человеке.

В концепции Д. Тернера социальная и личностная идентичности противопоставляются. В ней «Я-концепция» рассматривается как иерархически организованная система из трех уровней. Высший уровень – отожествление с человеческим существом, средний – отожествление себя как члена социальной группы; низший – личностное отожествление [1].

Знаменательным событием можно назвать «круглый стол» на тему «Об укреплении российской гражданской идентичности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций», проведенный Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, который состоялся в декабре 2018 г. Одним из значимых решений является обращение участников этого мероприятия к представителям системы высшего образования с просьбой содействовать органам государственной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления в разработке приоритетных направлений в области укрепления общероссийской гражданской идентичности. По мнению авторов статьи, одним из таких направлений становится формирование эколого-гражданской идентичности у молодого поколения.

Цель исследования: обосновать структуру и содержание эколого-гражданской идентичности личности.

Предмет исследования вытекает из необходимости объединения двух составляющих – с одной стороны – содержательного поля гражданской идентичности (гуманитарного по своей сути) и экологической (формирующегося в процессе взаимодействия с природными объектами, материализованными по своей природе).

С позиции философов идентичность (от латинского *identificare* – «отождествлять», позднелатинского – *identifico* – «отождествляю») – соотнесенность чего-либо с самим собой в связности и непрерывности собственной изменчивости и мыслимая в этом качестве («наблюдателем», рассказывающим о ней себе и «другим» с целью подтверждения ее саморавности) (философский словарь) [2].

В социологии рассматривается две точки зрения на идентичность как свойство индивида: в первой – это свойство индивида оставаться самим собой в изменяющихся социальных ситуациях; во второй рассматривается как результат осознания индивидом самого себя в качестве человеческой личности, отличающейся от других [3].

Материалы и методы исследования

В качестве теоретического обоснования эколого-гражданской идентичности проанализированы научные труды в содержательной области гражданской идентичности А.Г. Асмолова, Н.А. Галактионовой, Е.А. Гришиной, И.В. Кожанова, Н.Ю. Кравченко, E.A. Cochina, R. Baumeisters и других авторов. Для интерпретации экологической идентичности осуществлена опора на работы М.В. Терешиной, И.С.Башмакова, M. Thomashow, M. Gooch и другие [4–6].

В Стратегии национальной безопасности указано, что основой общероссийской идентичности народов Российской Федерации является исторически сложившаяся система единых духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, а также самобытные культуры многонационального народа Российской Федерации как неотъемлемая часть российской культуры [7].

В процессе опытно-экспериментальной работы для обоснования содержательного поля эколого-гражданской идентичности изучены федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования бакалавриата и магистратуры следующих укрупненных групп специальностей (УГС): первая группа – «Науки о Земле», вторая группа – «Биологические науки», третья группа – «Физика и астрономия», четвертая группа – «Математика и механика», пятая группа – «Образование и педагогические науки».

Результаты исследования и их обсуждение

В статье «Гражданская идентичность и формирование гражданственности» Н.Л. Иванова и Г.Б. Мазилова справедливо отмечают, что в настоящее время существует большое разнообразие терминов, обусловливающих национальное самосознание: гражданская, общегражданская, государственная, национальная идентичность. Авторы статьи предлагают собственный подход к обоснованию гражданской идентичности, отмечая, что она отличается от государственной [8].

В работах разных научных направлений их принято считать тождественными понятиями, обосновывая широкое понимание людьми их содержательного поля. Так, при ответе на вопрос «Кто я?» большинство ответят: россияне, понимая под этим представления, чувства, права, обязанности и др., что подтверждает Н.Ю. Кравченко в работе «Гражданская идентичность современной России» [9]. Он делает вывод о том, что гражданская идентичность – это и осознание принадлежности, и тождественность, и процесс, и феномен надындивидуального сознания. Автор статьи отмечает: чтобы процесс становления гражданина прошел успешно, необходим ряд предпосылок: сформированная общегражданская нация и устойчивые миро-

воззренческие стереотипы (в плане оценки исторического пути нации, ее места в мире). Также необходимы индивиды, идентифицирующие себя как граждане, обладающие развитым самосознанием.

Под экологической идентичностью М.В. Терешина, И.С. Башмаков понимают степень осознания экологических проблем и соответствующее поведение, которое основывается на ощущении единства с природой и окружающей природной средой и создает определенные социальные нормы, максимизируя полезность действий индивидов в том случае, если они соответствуют нормам [10].

Экологическая идентичность, по мнению M. Thomashow, это различные способы восприятия себя в окружающей среде, что проявляется в ценностях, действиях, чувстве собственного Я, а природа выступает в качестве объекта идентификации, отмечая при этом, что составной частью экологической идентичности является экологическая грамотность [11]. Сходный смысл P. Wilson вкладывает в понятие экологического Я.

Поведенческая составляющая экологической идентичности, как считают М.В. Терешина, И.С. Башмаков, включает любовь к малой родине, готовность соблюдать экологические нормы.

Экологическая идентичность, как считают ученые, наиболее ярко проявляется под воздействием природных катастроф. В такие периоды происходит осознание зависимости человека от природы.

Даже краткий анализ трудов ученых позволяет сделать вывод о том, что экологическая идентичность – это осознание человеком себя по отношению к окружающей природной среде.

В текстах вузовских стандартов содержание понятия «эколого-гражданская идентичность» можно выделить в рамках ГОС ВПО в дисциплинах социально-гуманитарно-экономического цикла всех специальностей и дисциплин общепрофессионального цикла специальности «Экология».

В рамках ФГОС ВПО и ВО содержание эколого-гражданской идентичности можно с трудом выделить в общекультурных компетенциях всех направлений подготовки бакалавриата и магистратуры. В содержании общепрофессиональных компетенций она представлена для направлений подготовки «Биология», «География», «Экология и природопользование». Однако в профессиональных компетенциях этих направлений они представлена слабо за исключением направления «Экология и природопользование» [12].

Идентичность как личностное качество может проявляться на нескольких уровнях: глобальном (мировом, государственном), региональном и локальном. Интегрирующим фактором данных уровней является природа, которая придает гражданской идентичности направление на сохранение ее объектов, следовательно, стоит говорить об эколого-гражданской идентичности.

Индикаторами, по мнению авторов, уровневой характеристики эколого-гражданской идентичности можно назвать (рис. 1):

– на глобальном (мировом и государственном) уровне осознание:

важности сохранения мирового природного наследия как объектов природного наследия из источников информации об окружающей нас природной среде (геологии, гидрологии, геохимии, почвоведения, биологическому разнообразию, разнообразию ландшафтов),

уникальности территорий, особо значимых для духовного развития человека,

их ценности с позиции рекреационных ресурсов;

– на региональном уровне осознание:

оригинальности природных комплексов, предназначенных для сохранения или воспроизводства природных ресурсов в сочетании с ограниченным и согласованным их использованием,

уникальности природных объектов, имеющих научное, реликтовое, эколого-просветительское, здоровьесберегающее значение;

– на локальном уровне:

сохранение природы проявляется в виде конкретных действий человека по благоустройству среды жизни, участию в экологических акциях [13].

Следовательно, эколого-гражданская идентичность проявляется через виды деятельности, направленные на сохранение природы, социума, здоровья человека (рис. 2).

Природа обладает ценностью, как для человека, так и для себя самой. Ценность для человека складывается из ее материальной, эстетической, духовной и др. составляющих. Ценность природы для себя с позиции экологической этики состоит в стремлении к жизни, размножению. К тому же природа обладает исторической ценностью для человека. Она способствует проявлению любви к Родине, восприятию ее как святого пространства.

Природа – это источник любви к ней, уважения, доброты. Она обладает научной, воспитательной, образовательной ценностями, является основным источником интеллектуальной и духовной свободы, содержит потенциал вдохновения.

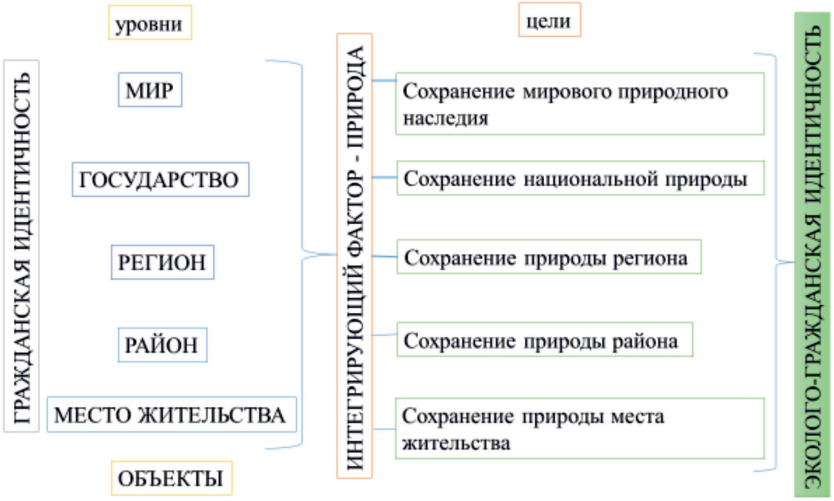


Рис. 1. Уровни проявления эколого-гражданской идентичности

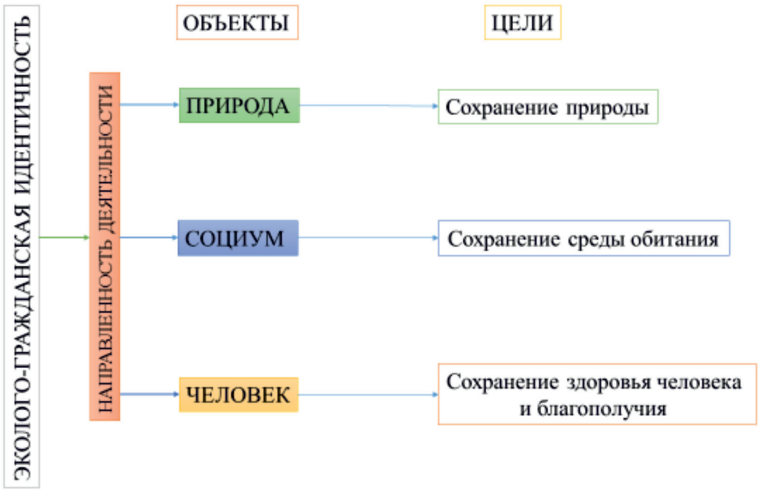


Рис. 2. Направленность деятельности в рамках эколого-гражданской идентичности

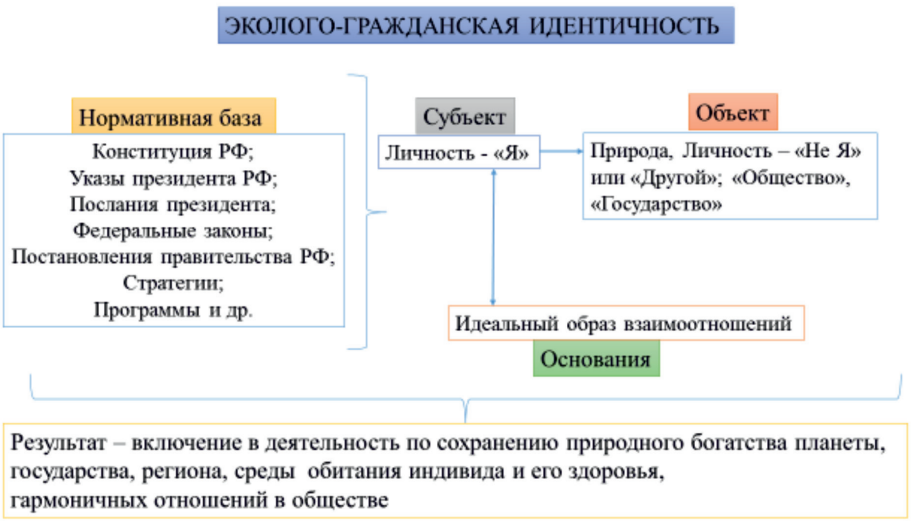


Рис. 3. Схема эколого-гражданской идентичности

Содержательное поле эколого-гражданской идентичности позволяет индивиду направить на природу свою привязанность и заботу, почувствовать ответственность за благополучие природы, ощутить чувство близости и единения с ней, осознать творческую силу природы, увидеть в ней полноценного субъекта, собеседника (рис. 3).

С позиции общественных отношений следует выделить отношение к социоприродному окружению как среде обитания, сообществу людей, среди которых человек живет или вырос. Это отношение еще называют патриотическим, а конкретное место обитания – Родиной. Данное отношение важно сформировать не только к узкому конкретному месту, его следует расширить до планетарного уровня. Отношения в сообществе нужно выстраивать на принципе гармонии.

С позиции человека, индивида, личности особо значим его «багаж ценностей». Человек выступает как субъект, от которого исходят ценности. А в трудовой деятельности проявляется ценность самого человека. Деятельность человека по отношению к какому-либо объекту, нацеленная на его благополучие, называется заботой. Идеальным объектом может стать другой человек, природа. Сохранение здорового человека в природе способствует сохранению человека в природе, поддержанию гармоничных отношений с ней.

Заключение

Интегрирующим фактором в выделении содержательного поля эколого-гражданской идентичности является природа. Она нацелена на сохранение мирового природного наследия, национальной природы, природы региона, места жительства, человека и его здоровья.

Основной направленностью эколого-гражданской идентичности является деятельность по сохранению природы, социоприродной среды обитания, здоровья и благополучия человека.

Эколого-гражданская идентичность – это метапредметное в содержательном плане и уровневое по проявлению качество личности, направленное на включение личности в деятельность по сохранению природного богатства планеты, государства, региона, среды обитания индивида и его здоровья.

Список литературы

1. Шергалиева М.Т. К методологии проблемы идентичностей: социальная, личная, этническая и гражданская // Система ценностей современного общества. 2014. № 33. С. 100–105.

2. Философский словарь, 2013. [Электронный ресурс]. URL: https://gufo.me/dict/philosophy_dict/%D0%98%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C (дата обращения: 07.08.2019).

3. Барышникова И.В. Понятие идентичность в социологическом дискурсе // Вестник Волгоградского государственного университета. 2009. № 2 (10). С. 166–171.

4. Асмолов А.Г. Стратегия социокультурной модернизации образования: на пути к преодолению кризиса идентичности и построению гражданского общества // Вопросы образования. 2008. № 1. С. 65–86.

5. Галактионова Н.А. Гражданская идентичность как компонент личностной идентичности // Известия высших учебных заведений. 2010. № 1. С. 10–12.

6. Несговорова Н.П., Савельев В.Г. Результаты оценивания особенностей формирования гражданской идентичности иностранных и российских студентов // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=29069 (дата обращения: 02.09.2019).

7. Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/61a97f7ab0f2f3757fe034d11011c763bc2e593f/ (дата обращения: 11.08.2019).

8. Иванова Н.Л., Мазилова Г.Б. Гражданская идентичность и формирование гражданственности // Ученые записки педагогического института СГУ им. Н.Г. Чернышевского. 2010. № 4. С. 11–20.

9. Кравченко Н.Ю. Гражданская идентичность современной России // Известия Саратовского университета. 2016. Т. 16. Вып. 1. С. 5–8.

10. Терешина М.В., Башмаков И.С. Экологическая идентичность местных сообществ как ресурс развития «зеленой» экономики // Человек. Общество. Управление. 2017. Т. 18. № 1. С. 6–11.

11. Thomashow M. Ecological Identity: Becoming a Reflective Environmentalist. Cambridge: MIT Press, 1996.

12. Приказ Министерства образования и науки РФ от 22 декабря 2009 г. № 795 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 022000 Экология и природопользование (квалификация (степень) «бакалавр») [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/29/20110317112502.pdf (дата обращения: 10.08.2019).

13. Nesgovorova N.P., Tebenkova E.A., Saveliev V.G., Bogdanova E.P., Kupriyanova T.S. Formation Of Civil Identity Of Russian Youth As Relevant Task Of Education. European Proceedings of Socialand Behavioural Sciences. 2018. vol. LVII. no. 163. P. 1406–1414.

УДК 378.14

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ УМЕНИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Севостьянова С.А., Мартынова Е.В., Нигматулин Р.М., Шумакова Е.О.

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», Челябинск, e-mail: sevostyanovasa@cspu.ru, martynova@cspu.ru, ravil@cspu.ru, shumakovaeo@cspu.ru

Проблема разработки и описания методических и содержательных аспектов организации учебных методических проектов бакалавров педагогического образования, обучающихся по профилю «Математика», является актуальной в условиях реализации современных образовательных стандартов высшего образования. Для подготовки будущих учителей в настоящее время недостаточно теоретических и практических разработок использования проектной деятельности в методической подготовке. Существует разрыв между большим образовательным потенциалом проектной деятельности и недостаточностью разработки методики ее использования для профессиональной подготовки студента – будущего учителя математики. В связи с этим целью статьи является выявление и разработка методических подходов и условий для успешного формирования проектных умений студентов в процессе методической подготовки. Основными методами исследования в работе являлись: сравнительно-сопоставительный анализ научно-методической литературы по проблеме формирования проектных умений будущих учителей математики, анализ и обобщение педагогического опыта реализации проектного обучения в процессе подготовки студентов педагогического вуза на основе системно-деятельностного подхода. В процессе исследования авторами выявлено, что успешное формирование проектных умений в процессе выполнения методических проектов предполагает логическое последовательное выполнение информационно-поискового, практико-ориентированного, творческого этапов и этапа рефлексии, а также декомпозицию деятельности на детализированные действия студентов на каждом этапе. В ходе опытной работы авторами установлено, что тренинг, как метод активного обучения, обеспечивает успешное формирование проектных умений, погружает участников в образовательную среду, максимально приближенную к среде будущей профессиональной деятельности. Результаты исследования могут быть использованы в системе педагогических практик студентов для эффективного формирования проектных умений будущих учителей.

Ключевые слова: проектная деятельность, учебный проект, методический проект, проектные умения, подготовка бакалавров, методика обучения математике

FORMATION OF THE PROJECT SKILLS OF FUTURE MATHEMATICAL TEACHERS DURING THE METHODICAL PROJECTS EXECUTING

Sevostyanova S.A., Martynova E.V., Nigmatulin R.M., Shumakova E.O.

Federal State Educational Institution of Higher Education South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: sevostyanovasa@cspu.ru, martynova@cspu.ru, ravil@cspu.ru, shumakovaeo@cspu.ru

The problem of developing and describing methodical and substantive aspects of the organization of educational methodological projects for pedagogical education bachelors in the field of «Mathematics» is relevant in the context of the implementation of modern educational standards of higher education. For the training of future teachers, there is currently insufficient theoretical and practical development of the use of project activities in methodical training. There is a discontinuity between the great educational potential of project activities and the insufficiency development of methods for its use for the professional training of students – future mathematics teachers. In this regard, the purpose of the article is to identify and develop methodical approaches and conditions for the successful formation of project skills of students in the process of methodological training. The main research methods in the work were: a comparative analysis of the scientific and methodical literature on the problem of forming project skills of future mathematics teachers, analysis and generalization of pedagogical experience in the implementation of project training in the process of preparing students of a pedagogical university based on a system-activity approach. In the process of the study, the authors revealed that the successful formation of project skills in the process of implementing methodical projects involves the logical sequential implementation of the information retrieval, practice-oriented, creative stages and the reflection stage, as well as the decomposition of activities into detailed actions of students at each stage. During the experimental work, the authors found that training, as a method of active learning, ensures the successful formation of project skills, immerses participants in the educational environment, as close as possible to the environment of future professional activity. The results of the study can be used in the system of pedagogical practices of students for the effective formation of project skills of future teachers.

Keywords: project activity, educational project, methodical project, project skills, training of bachelors, methods the teaching of mathematic

Одним из актуальных направлений повышения качества подготовки будущих педагогов является обеспечение инновационного характера профессионального образования, реализация компетентностного подхода, взаимосвязи академических знаний и практических умений. Обеспечить связь теоретической подготовки студента педагогического вуза с его будущей профессиональной деятельностью позволяет внедрение в учебный процесс новых современных технологий обучения, среди которых

в настоящее время особенно выделяются технологии проектного обучения [1, 2].

Организация проектной деятельности студентов – будущих учителей активно обсуждается отечественными [3, 4] и зарубежными [5] исследователями, что обусловлено модернизацией системы высшего образования на основе системно-деятельностного и компетентностного подходов. К настоящему времени достаточно глубоко проработана теория технологии проектного обучения для начального и общего образования, накоплен большой практический опыт ее использования в учебном процессе и внеурочной деятельности. Однако для системы высшего образования и, в частности, для подготовки будущих учителей теоретических и практических разработок использования проектной деятельности еще недостаточно [6]. Существуют разные подходы к классификации проектов по различным основаниям: по доминирующему методу или виду деятельности, по предметно-содержательной области, по количеству участников проекта, по продолжительности проведения и др. В работе [3] выделяют дисциплинарный, междисциплинарный и наддисциплинарный характер проекта в зависимости от предметной области используемых знаний.

Подготовка будущего учителя математики должна обеспечивать реализацию требований Федеральных государственных стандартов в части формирования навыков организации и использования проектной деятельности в учебном процессе и во внеурочной деятельности с учащимися. Однако выпускники педагогических вузов – будущие учителя математики не обладают достаточным уровнем эффективного использования технологии проектного обучения, что на наш взгляд, объясняется недостаточностью разработки методики ее использования в процессе методической подготовки студентов. Обозначенная проблема указывает на необходимость организации преподавателями и выполнения студентами педагогического профиля методических (учебно-методических) проектов [7–9].

Под учебно-методическим проектом будем понимать разрабатываемый студентами педагогического профиля проект, содержание которого может быть использовано для методического обеспечения или методического сопровождения образовательного процесса в системе общего (среднего) образования и направлено на достижение личностных, метапредметных и предметных результатов обучения школьников.

В работе [10] предлагается один из вариантов классификации учебно-методических проектов: информационные проекты; проекты, формирующие профессиональные умения; контрольно-диагностические и мотивационные проекты, обосновывается целесообразность организации проектной деятельности студентов в процессе методической подготовки будущего учителя математики, указывается значение выполнения учебно-методических проектов для формирования профессиональных компетенций будущих учителей, выделяются организационные и методические условия успешной организации проектной деятельности.

О.А. Кочеткова, М.А. Гаврилова в статье [11] выделяют группы проектных умений, которые необходимо формировать у студентов педагогических вузов математических факультетов на основе системы методических задач проблемного характера, ориентированной на самостоятельный поиск решения методических проблем.

М.В. Егупова в работе [12] раскрывает ряд методических проблем и трудностей, которые возникают в профессиональной деятельности учителя при организации проектной деятельности по математике: разрыв между урочной и внеурочной деятельностью по работе над проектами по математике; увлечение формой, а не содержанием; отсутствие культуры использования источников информации; необходимость обучения школьников пониманию прочитанного и др. В работе предложены способы преодоления этих трудностей. Подчеркивается, что для того, чтобы избежать ряда трудностей, необходима специальная методическая подготовка, осуществляемая при подготовке будущих учителей в вузе.

Проведенный анализ литературы выявил наличие существенного разрыва между большим образовательным потенциалом проектной деятельности и недостаточностью разработки методики ее использования для профессиональной подготовки студента – будущего учителя математики. Большинство исследователей также отмечают важность предоставления возможности студентам создания собственных образовательных продуктов с обязательной апробацией их в ходе практики, с привязкой к тематике выполняемых курсовых или квалификационных работ. Кроме того, проблема в учебном проекте должна носить для студента личностно значимый характер, мотивировать его на поиски решения [10, 11, 13].

В связи с этим в работе была поставлена цель – выявить и разработать методические подходы и условия для успешного формирования проектных умений студентов в процессе методической подготовки.

Материалы и методы исследования

Теоретическое исследование и внедрение разработанных и адаптированных авторами статьи методических подходов и условий формирования проектных умений проводилось на физико-математическом факультете ЮУрГГПУ у бакалавров 4 курса, обучающихся по профилю «Математика» в рамках дисциплины «Методика обучения и воспитания (математика)» и в период педагогической практики. Из группы студентов 4 курса (25 человек) в течение 2016–2019 гг. отбиралась подгруппа из 8–10 человек для реализации этапов проектной деятельности в процессе выполнения методических проектов при подготовке к III Всероссийскому этапу Всероссийской методико-математической олимпиады студентов вузов, осуществляющих подготовку по направлению «Педагогическое образование» (профиль «Математика») (Пермь, ПГГПУ). Для проведения исследования использовались теоретические методы: сравнительно-сопоставительный анализ научно-методической литературы по проблеме формирования проектных умений будущих учителей математики, анализ и обобщение педагогического опыта реализации проектного обучения в процессе подготовки студентов педагогического вуза на основе системно-деятельностного подхода (на основе работ [1, 4, 13]). В процессе исследования авторами проводилось обобщение собственного методического опыта организации проектной деятельности в форме тренинга в курсе «Методика обучения и воспитания (математика)».

Результаты исследования и их обсуждение

Выполненный анализ научно-методической литературы и опыта реализации проектной деятельности при методической подготовке будущих учителей математики позволяет нам сделать вывод о том, что эффективное построение учебного процесса, направленного на формирование и развитие проектных умений при выполнении учебно-методических проектов по дисциплине «Методика обучения и воспитания (математика)» [4, 10, 14], должно быть основано на последовательном выполнении следующих этапов: информационно-поисковом, практико-ориентированном, творческом этапе, этапе рефлексии. Мы пришли к выводу, что успешное формирование проектных умений в процессе выполнения методических проектов предполагает на каждом этапе декомпозицию деятельности на детализированные действия студентов.

Нами выделены следующие детализированные действия студентов и результаты проектной деятельности на каждом этапе.

На информационно-поисковом этапе студенты анализируют проблему проекта, поставленные перед ними учебные, методические, профессиональные задачи; анализируют известные методики и технологии, необходимые им для выполнения проекта, выявляют особенности их применения и реализации при выполнении проекта, анализируют различные источники информации и подбирают содержательный материал в различных формах: текстовый, графический, аудио-визуальный, мультимедийный и др. Основной результат информационно-поискового этапа – выбор методического и содержательного материала для выполнения проекта.

На практико-ориентированном этапе студенты, используя материалы предыдущего этапа, разрабатывают методическое и содержательное обеспечение для сопровождения образовательного процесса в школе (для проведения уроков, занятий внеурочной деятельности и др.). В результате выполнения этого этапа студенты осуществляют выбор формы организации деятельности учащихся, создают технологические карты и конспекты уроков, разрабатывают и подбирают дидактические материалы в текстовом, графическом, аудио-визуальном, цифровом формате.

Творческий этап направлен на формирование и развитие творческих способностей студентов непосредственно в практической деятельности (в процессе педагогической практики, в конкурсах педагогического мастерства, олимпиадах и др.). Этот этап создает площадку для реализации креативных идей в профессиональной деятельности, дает возможность апробировать нестандартные приемы и формы проведения уроков и работы с учащимися. Важной составляющей этого этапа является получение студентами практического опыта организации и руководства проектной деятельностью учащихся в школе. Основной результат творческого этапа – представление и апробация проектного продукта, включающая разработку и проведение урока (системы уроков или внеурочных занятий).

Этап рефлексии объединяет личный и групповой компоненты. Для определения личного компонента рефлексии разрабатываются критерии и индикаторы, оценочные листы, опросники, позволяющие получить оценку проектных умений, уровня их сформированности в баллах. Для определения группового компонента рефлексии организуются и проводятся групповые мероприятия (круглый стол, ролевые и деловые игры и др.), на которых каждый участник проекта на основе определенных критериев дает оценку деятельности всех остальных, указывает преимущества и недостатки, учитывая которые можно более эффективно выполнить групповой проект.

При выполнении всех этих этапов создаются педагогические и методические условия, обеспечивающие организацию

деятельности студентов в виде методического тренинга, как метода активного обучения, направленного на развитие знаний, умений, навыков и социальных установок. Методический проект можно рассматривать как комплексный тренинг, включающий в себя элементы навыкового тренинга, психологического тренинга и бизнес-тренинга [13]. Он направлен на формирование и выработку навыков проектных умений в организации проектной деятельности, на смену социальных установок и накопление опыта в области межличностного общения, повышение эффективности педагогической деятельности, управленческих взаимодействий. В процессе проведения такого тренинга происходит интеграция проектной деятельности студентов и преподавателей. Наибольшего образовательного эффекта при этом можно достичь в условиях моделирования профессиональной деятельности, когда происходит перенос учебного процесса из вуза в реальную ситуацию образовательного процесса в школе. Для организации тренинга и выполнения проекта необходима площадка, обеспечивающая практическую деятельность студентов. Такими площадками могут являться базовые школы для проведения педагогических практик, предприятия-заказчики (образовательные организации дополнительного образования и др.).

Важными составляющими, по нашему мнению, определяющими эффективность и результативность организации тренинга при выполнении методических проектов, являются: достаточный уровень знаний студентов (по математике, методике обучения математике, педагогике, психологии), мотивация изучения профильных и психолого-педагогических дисциплин у студентов, практическая составляющая проекта, наличие новизны в постановке и/или решении задач.

Выполнение методического проекта-тренинга студентами математических специальностей педагогического вуза способствует формированию проектных умений, выделенных в работе [11]. На наш взгляд, наиболее эффективно формируются следующие: конструктивные (формулирование учебной проблемы, целей и задачи проекта), проектировочные (умение проектировать деятельность учителя в процессе организации проектной деятельности учащихся), организаторские (создание проблемной ситуации, организация работы учащихся, организация оценки результатов проектной деятельности, в том числе промежуточных, организация обработки результатов), коммуникативные (организация процесса обсуждения), диагностические (оценивать промежуточные и конечные результаты проектной деятельности, оценивать содержательно-организационные стороны защиты учащимися результатов проведенных исследований).

Для подготовки будущего учителя математики большое значение имеет выбор содержания и темы методического проекта. Тематика проектов должна быть разнообразной, важно учитывать интересы студентов, их возможности и опыт в различных сферах деятельности. Целесообразно предлагать такие содержательные задачи для проекта, решая которые студент не только получит новые знания и умения, но и будет активно вовлечен в будущую профессиональную деятельность. Опытная работа в 2018–2019 учебном году по формированию проектных умений студентов, с учетом разработанных авторами статьи методических подходов и условий, проводилась в процессе подготовки к Всероссийской методико-математической олимпиаде студентов при выполнении методического проекта по теме «Урок одной задачи».

Проект был направлен на актуализацию и систематизацию полученных ранее знаний в области методики преподавания геометрии, формирование интеллектуальных качеств личности и развитие исследовательских способностей учащихся и студентов.

Цель проекта – выявление и реализация методических и содержательных аспектов конструирования урока решения одной задачи по геометрии при подготовке к итоговой аттестации за курс основной школы. Задачами проекта были: изучение теоретического аспекта методики проведения урока одной задачи; подбор задачи, имеющей несколько способов решения и исследовательский потенциал, позволяющей организовать повторение широкого круга вопросов планиметрии; методическая разработка урока «Бенефис одной задачи» и его апробация.

На информационно-поисковом этапе студенты совместно с преподавателем выделили проблему, имеющую личностно-значимый характер, мотивирующую их на поиск ее решения. Команда студентов была разбита на творческие группы «по интересам», с учетом ориентации на будущую профессиональную деятельность. Студенты первой группы знакомились со структурой урока одной задачи, изучали опыт проведения данных типов уроков в школе, вторая группа анализировала требования, предъявляемые к знаниям выпускника основной школы и вопросы методики организации итогового повторения, третья группа собирала банк (копилку) задач. Важным момен-

том на данном этапе являлось обязательное обсуждение промежуточных результатов проведенной работы всеми участниками творческого коллектива. В результате обсуждения участники проекта пришли к выводу, что наиболее подходящей темой является тема «Четырехугольники», которая синтезирует многие темы планиметрии, позволяет использовать различные методы при решении задач и включает ключевые опорные задачи, необходимые для решения более сложных задач. Основной результат этого этапа – подбор ключевой задачи для реализации проекта:

Задача. Точки M и N – середины соседних сторон соответственно BC и CD параллелограмма ABCD. Доказать, что прямые AM и AN делят диагональ BD на три равные части.

В ходе работы над этим этапом проекта участники сталкивались с рядом проблем: затруднение вызвали недостаточные умения работать с литературой, трудности организации грамотного поиска в интернете, ограниченность в математическом кругозоре.

Практико-ориентированный этап заключался в поиске решения задачи различными методами. Студенты использовали алгебраический метод, метод координат, метод поворота, векторный и векторно-координатный методы, метод дополнительных построений и др. Была найдена нестандартная интерпретация задачи на сетке из параллельных прямых, схожей с клетчатой бумагой. Всего было найдено 13 способов решения выбранной задачи, 9 из которых вошли в содержание урока одной задачи (основанием для отбора послужила степень геометрической подготовки учащихся). Это позволило запланировать повторение 17 элементов содержания, проверяемых в ходе итоговой аттестации. После отбора методов началась работа по оформлению проекта и продумывание его реализации на практике. Студенты подобрали практико-ориентированную задачу для создания проблемной ситуации на уроке:

Задача. В школе проходит конкурс на самого яркого воздушного змея. 9«А» решил сделать змея в форме параллелограмма. У учеников закончилась краска. Последние три фрагмента они хотят раскрасить разными цветами. Краски какого цвета понадобится больше?

Для реализации этапа применения полученных знаний «в незнакомой ситуации» были подобраны задачи-продолжения (задачи разных уровней сложности, для которых исходная задача является опорной):

1. В параллелограмме ABCD точки M и N – середины сторон BC и CD соответственно. Могут ли лучи AM и AN делить угол BAD на три равные части?

2. В звёздчатом пятиугольнике ACEBD некоторые точки пересечения сторон делят стороны пополам, а именно: AQ = QC, BR = RD, CR = RE и DS = SA. Докажите, что точки T и P делят отрезок BE на три равные части [15].

Основная трудность, возникшая в ходе работы над этим этапом проекта, заключалась в том, что знания студентов по геометрии оказались «неподвижными» (не было переноса знаний на новую, незнакомую ситуацию). Многие способы решения задач студентам были знакомы, но реализация в конкретной ситуации была для них не очевидна. Для преодоления таких трудностей был организован семинар по актуализации способов решения планиметрических задач, изучаемых в школе и вузе (в частности, были рассмотрены методы масс, аффинных преобразований, метод координат в аффинной системе координат).

На творческом этапе проходила разработка и апробация урока, подготовка презентации проекта и его оценивание. На этом этапе студенты готовили презентацию к защите проекта, выбирали форму доклада. Одним из важных этапов в работе над методическим проектом является его апробация на целевой аудитории. Данный проект был апробирован в ходе педагогической практики. Целевой аудиторией были учащиеся 9 класса. После апробации были внесены коррективы в разработанный проект.

На этапе рефлексии для определения личного компонента рефлексии студентам был предложен лист самоконтроля, содержащий перечень критериев (умение обосновывать актуальность проблемы и темы проекта, умение формулировать цели, проводить ее декомпозицию на задачи, уметь выявлять и обосновывать практическую значимость и др.), в котором они могли оценить свои проектные умения в баллах. Анализ листов самоконтроля показал успешную сформированность организационных, коммуникативных и диагностических проектных умений студентов. Также были отмечены лишь незначительные изменения показателей конструктивных и проектировочных умений, формирование которых требует более длительного времени. Организация и проведение круглого стола позволили определить групповой компонент рефлексии, основные результаты работы в группе, получить каждому участнику внешнюю оценку его деятельности, его вклада в реализацию проекта, эффективность взаимодействия в группе и др.

Апробация методических проектов студентов в период педагогической практики в базовых школах показала достаточно высокую сформированность проектных умений, что подтверждено отзывами учителей и администрации школ, высокими оценками за практику. Методические проекты, представленные на Всероссийской методико-математической олимпиаде студентов, были отмечены дипломами призеров олимпиады.

Принимая во внимание положительный опыт апробации представленных в статье методических подходов и условий организации проектной деятельности студентов при выполнении методических проектов, авторы намерены продолжить работу по их внедрению в систему педагогических практик студентов.

Выводы

Таким образом, подготовка студентов к проектной деятельности в ходе выполнения методических проектов позволяет повысить подвижность теоретических знаний по математике и методике ее преподавания, реализовать их в конкретной педагогической ситуации, активизировать познавательную деятельность студентов, формировать положительное отношение к карьере учителя математики, расширить спектр индивидуальных образовательных возможностей студентов.

Формирование проектных умений студентов при выполнении методических проектов на основе системно-деятельностного подхода позволяет избежать пассивности получаемых знаний, ориентируют студента на непрерывную реализацию практических навыков. Работая над проектом, студент участвует в своеобразном «методическом тренинге» с точки зрения курса методики обучения и воспитания, так необходимом будущему учителю. Соблюдение логической последовательности предложенных в статье этапов, реализация методических подходов и условий выполнения проекта способствует эффективному формированию проектных умений будущего учителя.

Активное использование проектной деятельности в учебном процессе и выполнение студентами методических проектов позволяет реализовывать требования ФГОС ВО и формировать профессиональные компетенции, а также способствует самостоятельности будущих учителей, повышению их учебной мотивации, педагогического мастерства.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет» по договору о выполнении НИР № 16-328 от 28.05.2019.

Список литературы

1. Закирова Т.И. Проектная деятельность студентов как метод формирования компетенций студентов вузов // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=27080 (дата обращения: 13.09.2019).

2. Парфенова Т.А. Формирование проектной компетентности будущих педагогов в условиях профессионального образования // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение. 2015. № 1 (3). С. 61–65.

3. Байгушева И.А., Ермилов И.А. Организация проектной деятельности студентов как фактор повышения качества математической подготовки в вузе // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 10. С. 79–83.

4. Газизова Т.В., Колесникова Т.А., Пеленков А.И. Подготовка студентов педагогического вуза к проектной деятельности // Сибирский педагогический журнал. 2016. № 1. С. 79–85.

5. Hasni A., Bousadra F., Belletête V., Benabdallah A., Nicole M.C., Dumais N. Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review. Studies in Science Education. 2016. V. 52. no. 2. P. 199–231. DOI: 10.1080/03057267.2016.1226573.

6. Афонина Т.Ю. Реализация проектной деятельности в профессиональной подготовке будущих учителей // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 24. С. 535–539.

7. Нигматулин Р.М., Вагина М.Ю., Шамаева Т.Н. Организация учебных проектов по профильным математическим дисциплинам для бакалавров педагогического образования // Информация и образование: границы коммуникаций. 2018. № 10 (18). С. 231–233.

8. Севостьянова С.А., Нигматулин Р.М., Мартынова Е.В. Применение информационных технологий в организации проектной деятельности со студентами как фактор повышения качества профильной математической подготовки // CONTINUUM. Математика. Информатика. Образование. 2018. № 4 (12). С. 93–98.

9. Шумакова Е.О., Севостьянова С.А. Формирование проектных умений в учебных проектах бакалавров по профильным математическим дисциплинам // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=28194 (дата обращения: 13.09.2019).

10. Грань Т.Н. Проектная деятельность студентов в процессе методической подготовки будущего учителя математики // Педагогическое образование и наука. 2017. № 6. С. 102–105.

11. Кочеткова О.А., Гаврилова М.А. Формирование проектных умений студентов в курсе теории и методики обучения математике // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 2011. № 26. С. 468–473.

12. Егупова М.В. Организация проектной по математике в школе: проблемы и трудности в работе учителя // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2016. № 1 (17). С. 226–235.

13. Дмитриев Ю.А., Фролова А.А. Активные методы обучения в подготовке педагогов: деловая игра и тренинг // Преподаватель XXI век. 2017. № 2–1. С. 84–96.

14. Грибкова Ю.В., Кашинцева О.А., Сарычева И.А. Метод проектов как средство повышения эффективности обучения математике в вузе // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. № 1 (82). С.115–121.

15. Конкурс имени А.П. Савина «Математика 6–8» // Квант. 1998. № 5. С. 30.

УДК 372.874

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОДАРЕННОСТИ ДЕТЕЙ

Скворцова Т.П., Георгиевская Е.В.

ФГБНУ «Институт художественного образования и культурологии Российской академии образования», Москва, e-mail: skvortsova@art-education.ru, ihorao@mail.ru

Проблема педагогической диагностики развития художественной одаренности детей, занимающихся в дополнительном художественном образовании, актуальна на современном этапе развития дополнительного образования. Художественная одаренность определяется в данном исследовании как широкий спектр предпосылок к художественному творчеству. Первым сенситивным периодом для ее проявления являются дошкольный и младший школьный возраст, поэтому на данном этапе важно определить проблемные зоны развития одаренности ребенка и построить его индивидуальную траекторию развития с учетом его способностей и потребностей, а также с учетом компьютеризации и технологической поддержки дополнительного художественного образования, которое получают дети в данный период жизни. Выделены компоненты художественной одаренности детей и структурные составляющие профессиональной компетентности педагогов, осуществляющих обучение детей художественным видам творчества с помощью средств информационных и коммуникационных технологий. Компоненты художественной одаренности детей: мотивационный, креативный, когнитивный, аффективный, операционный. Структурные составляющие профессиональной компетентности педагогов: интеллектуальная, мотивационная, эмоциональная, волевая, предметно-практическая, экзистенциальная сферы, сфера саморегуляции и ИКТ-компетентности в художественном образовании. Представлены эмпирические данные, подтверждающие связь между развитием детской художественной одаренности и характеристиками профессиональной компетентности педагога.

Ключевые слова: развитие художественной одаренности детей средствами информационных технологий, педагогическая диагностика

PEDAGOGICAL DIAGNOSTICS OF CHILDREN'S ARTISTIC TALENT DEVELOPMENT

Skvortsova T.P., Georgievskaya E.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of Art Education and Cultural Studies of the Russian Academy of Education», Moscow, e-mail: skvortsova@art-education.ru, ihorao@mail.ru

The problem of pedagogical diagnostics of development of artistic talent of children engaged in additional art education is actual at the present stage of development of additional education. Artistic giftedness is defined in this study as a wide range of prerequisites for artistic creativity. The first sensitive period for its manifestation is preschool and Junior school age, so at this stage it is important to determine the problem areas of the development of the child's talent and build his individual trajectory of development, taking into account his abilities and needs, as well as taking into account the computerization and technological support of additional art education, which The components of children's artistic talent and structural components of professional competence of teachers who teach children artistic types of creativity using information and communication technologies are highlighted. Components of children's artistic talent: motivational, creative, cognitive, affective, operational. Structural components of professional competence of teachers: intellectual, motivational, emotional, volitional, subject-practical, existential spheres, the sphere of self-regulation and ICT competence in art education. Empirical data confirming the relationship between the development of children's artistic talent and the characteristics of professional competence of the teacher are presented.

Keywords: the development of children's artistic talent by means of information technology, pedagogical diagnostics

Внедрение технологий в образовательное пространство детей влияет на интеллектуальное, социальное, эмоциональное развитие и в целом на развитие их личности [1, с. 25–36; 2]. Развитие одаренности как качественное сочетание способностей, обеспечивающее успешность выполнения деятельности [3], также изменяется в современной образовательной среде, неотъемлемой частью которой уже стали информационные технологии и виртуалистика [4]. Мы опираемся на определение художественной одаренности А.А. Мелик-Пашаева, понимая под этим феноменом широкий спектр предпосылок к художественному творчеству, его приблизительные возрастные границы которого простираются от 5–6 до 8–9 лет, так называемые сенситивные периоды художественного развития [5]. В педагогической практике художественного образования важное место отводится развитию операциональных навыков (техника рисования, качество и мастерство владения инструментом), в то время как остальные сферы художественной одаренности не находятся в поле зрения педагогов и, таким образом, неочевидны для наблюдения и поддержки в художественном развитии ребенка, а программы дополнительного художественного образования все больше ориентируются на

общеразвивающий эффект от занятий, чем планомерное формирование исполнителя или развитие предпрофессиональных навыков в искусстве. Так возникает проблема педагогической диагностики художественной одаренности [6], поиск способов и методов оценки художественного творчества ребенка, осваивающего программу с использованием компьютерных технологий. Для поиска критериев наблюдения за развитием художественной одаренности мы обратились к исследованиям структуры данного феномена.

В исследованиях проблемы детской одаренности определяются разные компоненты ее структуры. В психолого-педагогической литературе выделены следующие компоненты одаренности, доступные для педагогического наблюдения: мотивационный, креативный, когнитивный, аффективный, операционный [7–10]. Критерии проявления в художественной деятельности по данным компонентам могут быть достаточно легко наблюдаемы педагогом и определяются нами как особенности проявления того или иного качества в художественной деятельности, осуществляемой с помощью компьютерных технологий (например, ребенок пользуется музыкальными редакторами для преобразования своего напева; ребенок обращает внимание на эстетическую составляющую тех или иных цифровых художественных произведений и т.п.). Структурные составляющие профессиональной компетентности педагогов определены на основании исследований отечественных ученых [11]: интеллектуальная, мотивационная, эмоциональная, волевая, предметно-практическая, экзистенциальная сферы, сфера саморегуляции и ИКТ-компетентности в художественном образовании.

Отечественные и зарубежные исследователи определяют существование влияния личности педагога на формирование и развитие воспитанников [12–14], в связи с этим мы выдвинули гипотезу о наличии связи между аспектами профессиональной деятельности педагога дополнительного художественного образования, использующего в своей педагогической деятельности средства ИКТ, и развитием художественной одаренности его воспитанников. Обладая высокой мотивацией к творческому саморазвитию и развитию воспитанников, креативностью, педагогической рефлексией, умением использовать возможности компьютерных технологий для формирования предметных и личностных результатов воспитанников в художественном образовании, педагог дополнительного художественного образования может выступать экспертом в оценке тех или иных проявлений художественной одаренности ребенка и осуществлять педагогическую диагностику.

Цель исследования: разработка системы педагогической диагностики развития художественной одаренности детей, занимающихся творчеством, на основе применения средств ИКТ, возникла из проблемы педагогической диагностики художественной одаренности в современной информационной среде. Педагогическая диагностика, на наш взгляд, является более доступным методом оценки проявлений и достижений ребенка в той или иной художественной деятельности. Педагог в этом случае выступает главным экспертом, непосредственно влияющим на художественное развитие ребенка и выстраивающим его дальнейшую траекторию развития.

Материалы и методы исследования

Педагогическая диагностика художественной одаренности детей осуществлялась путем наблюдения и оценки педагогом тех или иных проявлений каждого компонента художественной одаренности ребенка (мотивационный, креативный, когнитивный, аффективный, операционный), имеющего доступ к средствам ИКТ с целью художественного образования [15].

Самооценка профессиональной компетентности педагога (интеллектуальной, мотивационной, эмоциональной, волевой, предметно-практической, экзистенциальной сфер, сферы саморегуляции и ИКТ-компетентности в художественном образовании) проводилась параллельно с наблюдением за детьми.

Исследование проводилось на базе детской школы искусств Тверского региона и культурных центров и центров детского творчества Москвы. Предметами художественного образования были изобразительное искусство и музыка. Период обучения детей: от 4 месяцев до 3 лет. Диагностику проводили педагоги, долгое время преподающие дисциплину и применяющие в практике своей работы различные мультимедиасредства и компьютерные технологии, такие как презентации, программы для работы с изображением (Microsoft Paint, Adobe PhotoShop), электронные музыкальные инструменты, программы для записи и монтажа видео. В исследовании участвовали 25 детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста, 4 педагога дополнительного художественного образования (музыка, изобразительное искусство). После обработки «сырых» баллов нами был проведен перевод баллов в стены методом линейной стандартизации, а результаты были разделены на три уровня: высокий, средний, низкий. Относительно уровней нами был произведен качественный и количественный (критерий Спирмена) анализ данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Субъективная оценка педагогом творческих проявлений в разных компонентах художественной деятельности воспитан-

ников выполняла помимо диагностической еще и обучающую функцию. Педагоги стали обращать внимание на все компоненты развития художественной одаренности и уже для собственной индивидуальной работы с детьми отмечать средства информационных и коммуникационных технологий, которые могут помогать в процессе развития того или иного компонента каждого воспитанника. Так, например, педагог, преподающий детям музыку (опыт работы более 20 лет), в процессе наблюдения за обучающимся (возраст 7 лет, ходит в кружок 6 месяцев) констатировал для себя следующее: ребенок для своего возраста достаточно хорошо владеет приемами сьемки на камеру планшета выступления коллектива детей, обучающихся вместе с ним, быстро обучается новому и сохраняет к этой деятельности устойчивый интерес, однако интерес к игре на инструменте непостоянен, кроме того, мальчик не проявляет в достаточной мере эмпатию по отношению к коллективу, импульсивен на занятиях. Педагог сделал вывод о необходимости оказания помощи воспитаннику в преодолении его импульсивности и развитии сотрудничества через те виды деятельности, которые вызывают у ребенка больший интерес – аудио и видеосьемка, элементарный монтаж, индивидуальная исполнительская деятельность. В процессе самооценки педагог констатировал, что некоторые сферы его профессиональной деятельности ему бы хотелось еще развить и усовершенствовать в соответствии с быстроменяющейся информационной средой, которая, по его мнению, уже естественна для современного поколения детей. Например, для педагога важно усовершенствовать волевую сферу в плане педагогической целеустремленности, терпения и владения собой в педагогической деятельности, так как его воспитанники не всегда обладают достаточной произвольностью и развитыми волевыми качествами, чтобы продолжать обучение в моменты, когда сталкиваются с трудностями (заучивание нот, концертные выступления, планомерная монотонная работа по подготовке своей партии к выступлению и т.п.).

Результаты педагогического наблюдения представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что у всех обследуемых детей преобладает средний уровень проявления разных компонентов художественной одаренности. Отсутствие высокого уровня развития таких компонентов художественной одаренности, как «мотивационный», «когнитивный», «аффективный», «операционный» объясняется нами как естественная норма развития детей обследуемой группы. В силу своих возрастных и психологических особенностей дети не проявляли такие качества, как произвольность, рефлексию, высокий уровень владения информационными и коммуникационными технологиями, хотя предпосылки к этому есть. Несмотря на начальный этап изучения дисциплины и невозможность владения инновационными технологиями на профессиональном уровне, дети показывают достаточно высокие баллы по такому компоненту, как «креативность», что говорит о сенситивности данного возраста к развитию одаренности и проявлениям творчества (это же подтверждается данными отечественных исследователей Д.Б. Богоявленской, А.А. Мелик-Пашаева и др.). При этом дети младшего школьного возраста закономерно проявляют более высокие показатели по развитию всех компонентов художественной одаренности, чем дети старшего дошкольного возраста. Эти данные, на наш взгляд, являются возрастной нормой. У младших школьников естественно более широкий спектр возможностей и навыков, а дошкольники только осваивают их. Это не отменяет широко распространенных взглядов на то, что ребенок именно в дошкольном возрасте должен познакомиться со многими видами художественной деятельности, а наоборот, подтверждает данную позицию многих родителей и педагогов о том, что для всестороннего развития детей необходимо предоставить ему максимально возможный ассортимент художественных видов деятельности.

Таблица 1

Диагностические данные о развитии компонентов художественной одаренности детей средствами информационных и коммуникационных технологий

Компонент развития художественной одаренности	Уровень проявления компонента художественной одаренности		
	Высокий	Средний	Низкий
Мотивационный	0%	100%	0%
Креативный	24%	72%	4%
Когнитивный	0%	100%	0%
Аффективный	0%	96%	4%
Операционный	0%	92%	8%

Представляют интерес данные, полученные в процессе диагностики педагогов обследуемой группы детей. Соотнесем результаты оценки детей с результатами самооценки их педагогов. Результаты самооценки педагогов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Диагностические данные о развитии сфер компетентности педагога дополнительного художественного образования, работающего со средствами информационных и коммуникационных технологий

Сфера компетентности	Уровень		
	Высокий	Средний	Низкий
Интеллектуальная	75%	25%	0%
Мотивационная	100%	0%	0%
Эмоциональная	75%	0%	25%
Волевая	50%	50%	0%
Предметно-практическая	50%	50%	0%
Экзистенциальная	75%	25%	0%
Саморегуляции	25%	75%	0%
ИКТ-компетентности	50%	50%	0%

Из табл. 2 видно, что все педагоги нашей выборки достаточно высоко оценивают свои профессиональные качества и мотивированы на развитие одаренности своих воспитанников. В сфере ИКТ-компетентности педагоги оценивают себя на высоком и среднем уровне владения информационными и коммуникационными технологиями в преподавании изобразительного искусства и музыки. 25% педагогов нашей выборки достаточно критично отнеслись к самооценке в эмоциональной сфере и оценили ее развитие как низкое, что побудило их к саморазвитию в данной области.

Мы провели количественный анализ данных о развитии мотивационного компонента детей и мотивационной сферы компетентности их педагогов и выявили наличие статистической связи. Коэффициент корреляции Спирмена (ρ) равен 0,942, что позволяет нам предположить наличие прямой связи между мотивацией педагога к развитию одаренности обучающегося и мотивацией самого ребенка к творческому развитию. Теснота (сила) связи по шкале Чеддока – высокая. Критическое значение критерия Спирмена при данном числе степеней свободы составляет 0,398, $\rho_{набл} > \rho_{крит}$, зависимость признаков статистически значима ($p < 0,05$).

Выводы

Педагогическое наблюдение за развитием художественной одаренности в дополнительном образовании позволяет избежать сложного процесса согласования диагностических процедур с родителями воспитанников. Педагоги могут оценивать свой вклад в развитие и обучение ребенка не только по формальным показателям, например владение инструментом или оттачивание техники рисования, но и по другим проявлениям развития художественной одаренности: поддержка мотивации ребенка, развитие его креативности, умения донести до окружающих авторскую идею, раскрыть и реализовать ее. Педагог, осуществляя анализ поведенческих проявлений развития художественной одаренности воспитанника, может оперативно корректировать программу обучения, подобрать другие методы и приемы взаимодействия, выстроить задания в соответствии с определенным уровнем развития той или иной составляющей художественной одаренности ребенка.

Педагог, осуществляя экспертную оценку умениям и достижениям своих воспитанников, опираясь на критерии проявления художественной одаренности как на определенный показатель развития того или иного качества, может самостоятельно составлять психолого-педагогические рекомендации. Проектировать индивидуальную траекторию развития каждого конкретного ребенка в художественной деятельности с использованием средств информационных и коммуникационных технологий станет гораздо легче и эффективнее. Возможным станет индивидуальное психолого-педагогическое сопровождение творческого развития личности ребенка с учетом его интересов, потребностей и способностей в разных видах художественного творчества как отдельно, так и в интеграции друг с другом (создание мультимедиаопер, фильмов, мультфильмов, проектная деятельность по звукорежиссуре и т.п.). Таким образом, понимая структуру художественной одаренности и критерии ее развития, педагоги дополнительного художественного образования могут действовать сообща с учителями школы, которую посещает ребенок, с родителями и другими участниками образовательного процесса. Более точно можно будет выстроить индивидуальную траекторию развития личности каждого ребенка, опираясь на современ-

ные достижения науки и техники, внедряя в практику образовательного процесса современные информационные технологии.

Исследование выполнено в рамках проекта «Развитие художественной одаренности детей и юношества средствами информационных и коммуникационных технологий». Номер для публикаций: 27.8719.2017/8.

Список литературы

1. Боякова Е.В. Взаимодействие среды и эстетического развития дошкольников в современных исследованиях // Преемственные подходы в профессиональной подготовке педагогов к непрерывному социально-личностному развитию детей дошкольного и младшего школьного возраста в условиях реализации ФГОС: сб. тр. участников III Всерос. (с междунар. участием) науч.-метод. конф., 3 апр. 2015 г., 0,5. г. Владимир / редкол.: Белякова Н.В. (предс.) [и др.]. Владимир, 2015. С. 25–36.

2. Шумакова Н.Б. Специфика и проблемы развития одаренных детей в младшем школьном возрасте // Психолого-педагогические исследования. 2018. Т. 10. № 1. С. 1–7. DOI: 10.17759/psyedu.2018100101.

3. Алексеева Л.Л. Предметы искусства в школе и оценка качества образования // Сетевой электронный журнал «Педагогика искусства». 2017. № 2. С. 15–20. [Электронный ресурс]. URL: http://www.art-education.ru/sites/default/files/journal_pdf/alekseeva_15-20.pdf (дата обращения: 29.08.2019).

4. Красильников И.М. Концепция электронного музыкального творчества как вида учебно-художественной деятельности // Сетевой электронный журнал Педагогика искусства. 2015. № 2. [Электронный ресурс] URL: http://www.art-education.ru/electronic-journal/koncepciya-elektronnogo-muzykalnogo-tvorchestva-kak-vida-uchebno-hudozhestvennoy (дата обращения: 20.08.2019).

5. Мелик-Пашаев А.А. Биографические факторы развития художественной одаренности // Сетевой электронный журнал Педагогика искусства. 2018. № 3 [Электронный ресурс]. URL: http://www.art-education.ru/sites/default/files/journal_pdf/melik-pashaev_8-15_.pdf (дата обращения: 30.08.2019).

6. Одаренные дети: сборник методик по выявлению способностей и одаренности детей / ГОУ ДОД Дом детского творчества «На реке Сестре»; Составители Л.Ф. Васильченко, Я.П. Атласова. 2-е изд. СПб.: ДДТ «На реке Сестре», 2014. 39 с.

7. Бабаева Ю.Д., Брушлинский А.В., Дружинин В.Н., Ильясов И.И., Калиш И.В., Лейтес Н.С., Матюшкин А.М., Мелик-Пашаев А.А., Панов В.И., Ушаков Д.В., Холодная М.А., Шумакова Н.Б., Юркевич В.С. Рабочая концепция одаренности. 2-е изд., расш. и перераб. М.: ООО «Издательство МАГИСТР», 2003. 94 с..

8. Савенков А.И. Психология детской одаренности: учебник для бакалавриата и магистратуры. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2019. 334 с.

9. Гетманенко А.О. Модель детской музыкальной одаренности // Сибирский психологический журнал. 2016. № 59. С. 34–44.

10. Лосева С.Н. Возрастные и структурные особенности музыкальной одаренности учащихся и её развитие в процессе вокально-хоровой деятельности: автореф. дис. ... канд. псих. наук: 19.00.07. Иркутск, 2011. 20 с.

11. Педагогика индивидуальности: Учебное пособие для магистрантов направления «Психолого-педагогическое образование» / Под науч. Ред. Т.Б. Гребенюк. Авт.-сост. Т.Б. Гребенюк, С.А. Любишина. М.: Изд-во РАЕ, 2014. 103 с.

12. Santi E.A., Gorghiu G. The teacher's role on building the high-school student's self-esteem // MEPDEV 2nd: 2016 Central & Eastern European LUMEN International Conference Multidimensional Education & Professional Development. Ethical Values // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. [Electronic resource]. URL: https://www.futureacademy.org.uk/files/images/upload/MEPDEV2016FA082.pdf (date of access: 30.08.2019).

13. Sumbleen Ali, Abdul Khaleque, Ronald P. Rohner Influence of Perceived Teacher Acceptance and Parental Acceptance on Youth's Psychological Adjustment and School Conduct: A Cross-Cultural Meta-Analysis/ First Published October 8, 2014. DOI: 10.1177/1069397114552769.

14. Ларионова Л.И., Сафронова М.А. Имплицитные представления об интеллектуально одаренной личности // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2018 Т. 7 № 1А. С. 76–82. [Электронный ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/1130000027817058 (дата обращения: 30.08.2019).

15. Скворцова Т.П. К вопросу разработки педагогической диагностики художественной одаренности обучающихся // Педагогика искусства. 2019. № 2. С. 133–140.

УДК 796.2:378

РОЛЬ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ В ПОВЫШЕНИИ УСПЕВАЕМОСТИ И УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Челнокова Е.А., Лукина Е.В., Челноков А.С., Уткина Е.О.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: chelnelelna@gmail.com, lukina.ieliena@mail.ru, aleksandr.chelnokov@gmail.com, zhenya.utkina.01@mail.ru

Актуальность обращения к исследованию роли двигательной активности в повышении успеваемости и умственной деятельности студентов вызвана важностью вопроса о роли оптимальной двигательной активности и грамотно спланированной физической нагрузки для регуляции нервно-эмоционального напряжения студентов в процессе учебной деятельности. В статье поднимается вопрос о влиянии оптимальной двигательной активности на успеваемость и умственную деятельность студентов. Опираясь на научные труды, авторы указывают, что при занятиях физической культурой и спортом развиваются как внимание, находчивость и быстрота соображения, мышление, так и стратегическое мышление, чувство времени у обучающихся. Рассматриваются положительные и отрицательные стороны данного влияния: указываются факторы отрицательного влияния чрезмерных физических нагрузок на умственное развитие. Авторы дают рекомендации по умеренному и полезному совмещению физических и интеллектуальных нагрузок. В качестве примера авторы называют виды спорта, занятия которыми оказывают благоприятное влияние на здоровье и интеллектуальное развитие: гимнастика, ходьба, плавание, танцы, йога, дыхательная гимнастика. Среди игровых видов спорта называются волейбол, теннис, бадминтон. Проведённое практическое исследование подтверждает значимость двигательной активности в повышении успеваемости и умственной деятельности студентов.

Ключевые слова: двигательная активность, умственная деятельность, успеваемость, физические нагрузки, виды физической активности, интеллектуальное развитие

THE ROLE OF MOTOR ACTIVITY IN IMPROVING SCHEDULE AND MENTAL ACTIVITY OF STUDENTS

Chelnokova E.A., Lukina E.V., Chelnokov A.S., Utkina E.O.

Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, Nizhny Novgorod, e-mail: chelnelelna@gmail.com, lukina.ieliena@mail.ru, aleksandr.chelnokov@gmail.com, zhenya.utkina.01@mail.ru

The relevance of addressing the topic of the study of the role of motor activity in improving student performance and mental activity is caused by the importance of the question of the role of optimal motor activity and well-planned physical activity for regulating the students' neuro-emotional stress in the learning process. The article raises the question of the influence of motor activity on student performance and mental activity. Based on scientific works, the authors point out that during physical education and sports, attention, resourcefulness and speed of considerations, thinking, strategic thinking, and a sense of time among students develop. The positive and negative sides of this influence are considered: factors of the negative impact of excessive physical exertion on mental development are indicated. The authors give recommendations on a moderate and useful combination of physical and intellectual stress. As an example, the authors name sports that have a beneficial effect on health and intellectual development: gymnastics, walking, swimming, dancing, yoga, breathing exercises. Among the game sports are called volleyball, tennis, badminton. A practical study confirms the importance of motor activity in improving student performance and mental activity.

Keywords: motor activity, mental activity, academic performance, physical activity, types of physical activity, intellectual development

Одной из главных проблем современного общества является формирование здорового образа жизни населения. «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года» приоритетной считает такое направление государственной демографической политики, как «сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение роли профилактики заболеваний и формирование здорового образа жизни». В данном документе говорится о том, что основой пропаганды здорового образа жизни должно стать, наряду с информированием о вреде низкой физической активности, нерационального и несбалансированного питания, потребления алкоголя, табака, наркотических и токсических веществ, обучение навыкам по соблюдению правил гигиены и режима труда, учёбы, режима и структуры питания [1].

Актуальность указанной проблемы находит подтверждение в Концепции развития системы здравоохранения РФ до 2020 г., где основными условиями сохранения и укрепления здоровья населения указано формирование приоритета здоровья в системе социальных и духовных ценно-

стей общества России, для этого необходимо сформировать у общества экономическую и социокультурную мотивацию быть здоровым [2].

Качество жизни человека зависит в равной степени от оказываемого внимания как интеллектуальному, так и физическому воспитанию. Поступление человека в высшее учебное заведение кардинально меняет его привычную среду, возникают сложности в адаптации. Такой напряженный период в жизни студента рассматривается исследователями как стрессовая ситуация. Сложности адаптационного процесса вызывают проблемы как личностно-социального характера, так и вызванные в процессе психофизического развития (А.В. Сиомичева, Ю.С. Бабахан, Н.В. Тарабарина, Е.Ю. Шлюбуль, Е.О. Лазебная и др.). Отмечается, что именно в студенческий период оптимизируются все функциональные системы организма. В связи с этим у студентов появляется потенциальная возможность участвовать в различных сферах деятельности длительное время. Но для такого образа жизни необходимо соблюдение правильного питания, режима двигательной активности и отдыха, сна и т.д. [3].

Вопросы несоответствия умственной и физической деятельности нашли отражение в трудах П.Ф. Лесгафта, где указывается на наличие мысли и понимания, но отсутствие необходимой энергии, необходимой для упорядоченного контроля идей и их практического приложения [4].

В научных исследованиях находим подтверждение важности оптимальной двигательной активности и грамотно спланированной физической нагрузки для регуляции нервно-эмоционального напряжения в процессе учебной деятельности [5].

На необходимость правильного распределения физической и умственной деятельности указывал в трудах физиолог И.М. Сеченов, обосновывая «феномен активного отдыха»: быстрому восстановлению работоспособности способствует не пассивный отдых, а активизация движений неутомлёнными частями тела [6].

Снижающиеся показатели здоровья молодого поколения в наше время вынуждают вносить в образовательные программы дополнительные часы для занятий физической культурой. Не вызывает сомнения важность вопроса о влиянии двигательной активности на физическое здоровье. Мы обратились к рассмотрению вопроса о степени влияния физических нагрузок на интеллектуальную деятельность студентов: по нашему предположению, оптимальная двигательная активность и грамотно спланированная физическая нагрузка способны регулировать нервно-эмоциональное напряжение обучающихся в процессе учебной деятельности.

Материалы и методы исследования

Е.И. Теплухин, автор статьи «Взаимосвязь между физическим и умственным воспитанием студентов» [7], в своем исследовании выделил несколько важных для студентов качеств, развивающихся при занятиях физической культурой и спортом:

– Одно из наиболее важных качеств, которое развивается при физическом занятии, – это внимание. Физическая культура и занятия спортом зачастую включают в себя ряд сложнокоординированных упражнений, которые требуют концентрации на их выполнении, что способствует развитию концентрации и внимательности в других видах деятельности.

– Следующие качества – находчивость и быстрота соображения. Данные качества развиваются при занятиях спортивными играми, где требуется быстро обдумать следующее действие, а зачастую еще и обхитрить соперника.

– Последнее выделенное качество – мышление. Автор считает, что данное качество развивается при необходимости вести поиск причин удачных и неудачных движений, осмысливать их цель, структуру и результат.

На указанных качествах, развивающихся в процессе занятий спортом или физической культурой, список не останавливается. Кроме формирования названных качеств можно назвать еще несколько положительных аспектов, таких как:

– Развитие стратегического мышления. Начиная от элементарных занятий физической культурой до серьезных тренировок по различным видам спорта, в каждом роде подобной деятельности можно выделить начала стратегического мышления. Если в простых упражнениях стратегический аспект прослеживается в минимальных показателях, то в ряде спортивных игр или в разных видах единоборств стратегическое мышление просто необходимо. В таких видах спорта нужно не только продумать свои будущие действия, но и обдумать действия быстрее соперника. В обсуждаемой теме влияния физических нагрузок на умственное развитие факт развития стратегического мышления является одним из самых важных. Это связано с тем, что данный вид мышления имеет огромный фактор влияния на интеллектуальное развитие. Здесь нельзя не привести в пример всем известную игру – шахматы. Данная интеллектуальная игра признана одним из видов спорта, в котором важнейшую роль играет стратегическое мышление.

– У молодого человека, занимающегося физической культурой и спортом, более развито чувство времени, так как совмещение учебного процесса с занятиями физической культурой и спортом заставляет более тщательно продумать свою занятость, а это требует особой организации режима дня.

Аспекты, представленные выше, показывают внешнюю сторону данного влияния. Обратимся к рассмотрению состояния организма во время занятий спортом. Актуальность данного вопроса находит подтверждение в литературе [8]. С середины XIX в. энергетические затраты организма на разные виды деятельности, а также доля мышечной активности человека сократились более чем в 180 раз. Если наши

предки тратили примерно 5000 ккал, то в настоящее время человек расходует только около 1200–2000 ккал (при занятиях физическим трудом), еще меньше ккал затрачивает человек умственного труда.

Умеренная, не разрушающая нагрузка способствует стимуляции многих органов и тканей организма, в том числе стимуляции работы нервных клеток мозга, а также ускорению развития и разветвления нейронных отростков (дендритов). Изначально исследователи предполагали, что такое влияние распространяется только на те участки мозга, которые являются ответственными за двигательные функции организма. Но после ряда исследований ученые пришли к выводу, что данный эффект распространяется и на другие участки нашего мозга, ответственные за обучение, мышление и память. Во время физической активности начинают расти нейронные связи, отвечающие за разные функции организма, в том числе интеллектуального характера, именно их рост и развитие объясняют интеллектуальные процессы. Данное влияние обусловлено тем, что:

– во время физической активности усиливается кровообращение, что снабжает мозг питательными веществами;

– усиленное и активное дыхание снабжает мозг кислородом, который необходим для продуктивной работы [9, с. 84].

Существует мнение, что профессиональным спортом занимаются люди, которые далеки от интеллектуальной деятельности. Но статистика показывает, что это мнение является ложным. Если изучить биографии выдающихся спортсменов, то можно обнаружить, что многие из них весьма разносторонние личности.

С другой стороны, факт отрицательного влияния на интеллектуальное развитие подтвержден многими исследованиями и примерами. Негативное влияние чрезмерных физических нагрузок на умственное развитие обусловлено тем, что:

– многим спортсменам, которые тренируются упорно с самого детства, не хватает времени на интеллектуальное развитие. Все их время обычно плотно заполнено тренировками, разъездами, соревнованиями, олимпиадами и другими подобными мероприятиями. На умственное развитие у таких людей с детства нет ни сил, ни времени;

– умеренные нагрузки в профессиональном спорте соблюдаются не всегда. Зачастую спортсменам приходится испытывать чрезмерно высокие нагрузки, что негативно воздействует на организм и отрицательно сказывается на нервной системе. Поэтому в профессиональном спорте такие нагрузки часто приводят к тому, что становятся не полезными, а вредными;

– также интеллектуальное развитие спортсмена зависит от его потенциала в данной деятельности. Если после тренировок человек занимается умственной деятельностью, потенциал его развития высок и он использует его в полной мере как в спорте, так и в свободное от тренировок время. Но есть обратный пример – люди, которые после нагрузок занимают свой досуг совершенно бесполезной деятельностью (например, просмотр телевизора, компьютерные игры), чаще деградируют.

В наше время выделено несколько видов спорта и двигательной активности, которые оказывают благоприятное влияние на здоровье и жизнедеятельность человека. Во-первых, к одному из видов щадящего спорта можно отнести гимнастику. Любые, даже самые простые гимнастические упражнения способствуют улучшению кровообращения и усилению питания головного мозга. Ходьба также является благоприятным примером двигательной активности, особенно если говорить о ходьбе на свежем воздухе или даже в лесу. При таких прогулках мозг человека насыщается кислородом, а такое обогащение необходимо каждому, так как кислородное голодание равносильно деградации. Ярким примером положительного влияния спорта на здоровье является плавание. В данном виде спорта нагрузка идет на все группы мышц в совокупности с дыхательными упражнениями. Это благоприятно сказывается на развитии мозга. Благоприятное влияние на здоровье и интеллектуальное развитие оказывают занятия танцами, йогой и дыхательной гимнастикой. Если говорить об игровых видах спорта, то положительно сказываются на здоровье и развитии такие виды спорта, как волейбол, теннис, бадминтон и другие, где низок риск получения серьезных травм.

Обозначенные выше виды физической активности вполне доступны студенчеству: совмещение учёбы и занятий физической культурой и спортом способствует оздоровлению организма, сохранению хорошей физической формы и активности, что, несомненно, окажет положительное влияние на умственную деятельность студентов. Для того чтобы люди в наше время были развиты и физически, и интеллектуально, необходимо с самого детства приучать их к физической нагрузке, которая положительно влияет как на здоровье, так и на процессы обучения. Также необходимо с детства показать, что смена деятельности оказывает благоприятное воздействие на организм и мыслительные процессы [10].

С целью подтверждения положений о положительном влиянии двигательной активности, занятий физической культурой или спортом на умственную деятельность студента и его успеваемость, был проведен опрос, в котором участвовали студенты Нижегородского государственного педагогического университета имени Козьмы Минина и студенты из Нижегородской академии министерства внутренних дел Российской Федерации. Участие студентов академии МВД играет важную роль в опросе, так как основную часть студентов составляют спортсмены. В данном случае они являются ярким примером совмещения интеллектуальной деятельности с физическим развитием.

Участие в опросе принимали 44 человека, из которых 9 человек мужского пола, остальные женского; возраст студентов в диапазоне от 19 до 21 года: 8 человек (18,2%) – 18 лет, 13 человек (29,5%) – 19 лет, 9 человек (20,5%) – 20 лет, 4 человека (9,1%) – 21 год, а также 8 человек (18,2%) – более 21 года и 2 человека (4,5%) – менее 18 лет. В опросе принимали участие студенты с 1 по 5 курсы очной формы обучения. Студенты 1 курса составили 25% (11 человек), студенты 2 курса – 25% (11 человек), студенты 3 курса – 27,3% (12 человек), студенты 4 курса – 18,2% (8 человек) и студенты 5 курса – 4,5% (2 человека).

Вопрос о количестве занятий спортом показал, что большая часть имеет физическую нагрузку 2–4 ч в неделю (46%). Также опрос показал, что 4 человека из опрошенных вообще не занимаются физическими нагрузками, что составляет 9%. Такое же количество студентов занимается спортом более 8 часов в неделю. И по 18% составляет доля тех, кто занимается

физическими нагрузками менее одного часа в неделю, а также около 4–8 ч, что составляет по 8 человек на каждую группу.

Далее участникам опроса предлагалось дать оценку своей успеваемости. Результаты показали, что лишь одному человеку учеба дается очень тяжело, что составляет 2%, 4 человека (9%) стабильно имеют удовлетворительные оценки, среди опрошенных основную часть составляют хорошисты – 27 человек (61%) и 12 человек имеют отличные оценки, что составляет 27%.

Следующий вопрос был о внимании опрошенных к своему интеллектуальному развитию. Он показал, что самый большой процент составляют те, кто уделяет интеллектуальному развитию от 2 до 4 ч в неделю – 19 человек (43%), 15 человек (34%) уделяют от 4 до 8 ч, 7 человек (16%) уделяют внимание своему умственному воспитанию более 8 часов в неделю, остальные 3 человека (7%) уделяют внимание менее 1 ч в неделю.

Далее студенты отвечали на вопрос «Задумывались ли Вы над темой влияния физических нагрузок на успеваемость?». Результаты выглядят следующим образом: студенты склоняются к тому, что после физических нагрузок нет сил и желания заниматься умственной деятельностью (52%). С другой стороны, основная доля опрошенных (75%) считает, что смена деятельности имеет положительное влияние на наш организм. Также основная часть студентов (65%) задумывалась над вопросом влияния физической активности на успеваемость в обучении. Также исследование показало, что, несмотря на то, что студенты задумывались над данной темой, лишь 20% из них знакомы с исследованиями по данной тематике.

Далее студентам был задан вопрос о том, считают ли они, что физические нагрузки каким-либо образом могут влиять на успеваемость. Результаты показали, что многие считают (65%), что после тренировки нет сил на интеллектуальную деятельность. Основная часть опрошенных (44%) согласна, что тренировки помогают нашему мозгу отдохнуть. Также результаты говорят о том, что малая часть не замечала влияния физической активности на интеллектуальную деятельность (14%).

В последнем вопросе требовалось высказать мнение, считают ли студенты, что чрезмерные физические нагрузки оказывают негативное влияние на обучение. Результаты показали, что 29% опрошенных считает, что чрезмерные физические нагрузки имеют негативное влияние, 32% затрудняются ответить, а 39% считают, что нет негативного влияния на успеваемость от чрезмерных физических нагрузок.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенное исследование даёт основание утверждать, что многие в среде студенческой молодёжи задумываются над вопросом влияния физической активности на интеллектуальные процессы, однако лишь небольшая часть студентов серьезно подходит к данному вопросу. Тем не менее больше половины опрошенных студентов уделяют время занятиям физической культурой и спортом и считают, что смена деятельности полезна для организма. Получается, что теоретические аспекты частично подтверждены на практике.

Выводы

Формирование здорового образа жизни у студентов – одна из важнейших задач современного общества. Из-за значительного снижения двигательной активности и увеличения умственной деятельности современный человек потерял равновесие своего интеллектуального и физического развития. Поэтому важное значение имеет исследование о влиянии физических нагрузок на интеллект человека, а в частности студента. Таким образом, решение проблемы снижения здоровья молодого населения страны авторам видится в формировании у молодого поколения с детских лет умения рационального распределения физических и умственных нагрузок.

Список литературы

1. Челнокова Е.А., Агаев Н.Ф., Тюмасева З.И. Формирование мотивации студентов к занятиям физической культурой и спортом в высшей школе // Вестник Мининского университета. 2018. Т. 6. № 2. С. 29.

2. Тюмасева З.И., Орехова Л.И., Быстрай Е.Б., Артёменко Б.А., Челнокова Е.А. Детерминанты процесса фрорсмирования здорового образа жизни у обучающихся // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 1 (26). С. 307–313.

3. Котова С.А. Психофизиологические механизмы обеспечения эффективности обучения студентов: монография. СПб.: ВВМ, 2011. 321 с.

4. Лесгафт П.Ф. Избранные педагогические сочинения / Сост. И.Н. Решетень. М.: Педагогика, 1988. 400 с.

5. Горелов А.А., Третьяков А.А. Сравнительная характеристика нервноэмоционального состояния студентов с гипер- и гиподинамическим характером образовательной деятельности // Культура физическая и здоровье: науч.-теоретич. журнал. 2011. № 1 (31). С. 40–43.

6. Сеченов И.М. Автобиографические записки. М.: Изд-во «Книговек», 2012. 240 с.

7. Теплухин Е.И. Организация личностно ориентированного обучения на занятиях физической культурой в ВУЗе: проблемы и перспективы (Рубцовский индустриальный институт. Рубцовск: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2009. 102 с.

8. Берг А.И. Кибернетика – наука об оптимальном. М.-Л.: Энергия, 1964. 64с.

9. Попов Г.Н., Ширенкова Е.В., Серазетдинов О.З. Критерии здоровья: адаптация, социализация, индивидуализация // Вестник Томского гос. пед. ун-та. 2007. № 5 (68). С. 83–87.

10. Информер новостей: // Образование – новости среднего, высшего образования. [Электронный ресурс]. URL: http://www.eduhelp.info/page/urokov-fizkultury-stanet-vdvoe-bolshe (дата обращения: 06.09.2019).

УДК 796.92

СООТНОШЕНИЕ ОБЪЁМА И ИНТЕНСИВНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Черняев А.А., Фонарева Е.А., Карасев Р.А.

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: professor-ch@mail.ru

В тренировочном процессе любого спортсмена большая роль отводится соотношению объёма и интенсивности выполняемой работы. При этом надо помнить, что одна интенсивность работы не может характеризовать нагрузку, так же как и один только объём работы, без учёта интенсивности. Спортсмены-лыжники, тренирующиеся совместно, довольно часто выполняют одинаковый объём работы с одинаковой скоростью, но тем не менее на соревнованиях показывают существенно различающиеся результаты. По всей видимости, здесь играет роль интенсивность тренировочных занятий. Но, чтобы знать, с какой интенсивностью спортсмен выполняет тренировочную нагрузку, необходима надежная и объективная система нормирования интенсивности. Однако в тренировочной нагрузке важна не только интенсивность, также нужно строго дозировать объем. Возможность увеличения уровня специальной работоспособности за счет механического наращивания объемов нагрузки сегодня практически исчерпана. Необходимо постоянно вести поиск наиболее эффективных вариантов сочетания нагрузок с различной интенсивностью. Необходимо знать, в каком соотношении интенсивности и объема нагрузка будет более эффективной и более значимой для спортсмена. Сила тренирующего эффекта зависит главным образом от интенсивности физической нагрузки, в то время как направленность тренирующего эффекта определяется по совокупности объёма, интенсивности и применяемых средств.

Ключевые слова: физические нагрузки, тренировочный процесс, лыжники, интенсивность, объём, специальная работоспособность

THE RATIO OF VOLUME AND INTENSITY OF SPECIAL PERFORMANCE OF QUALIFIED SKIERS-RACERS

Chernyaev A.A., Fonareva E.A., Karasev R.A.

Volga State Academy of physical culture, sport and tourism, Kazan, e-mail: professor-ch@mail.ru

In the training process of any athlete a great role is played by the ratio of volume and intensity of the work performed. It should be remembered that one intensity of work can not characterize the load, as well as only one amount of work, without taking into account the intensity. Skiers who train together quite often perform the same amount of work at the same speed, but nevertheless show significantly different results in competitions. Apparently, the intensity of training sessions plays a role here. But to know with what intensity an athlete performs a training load, a reliable and objective system of intensity regulation is necessary. However, in the training load, not only intensity is important, it is also necessary to strictly dose the volume. The possibility of increasing the level of special performance due to the mechanical increase in the volume of the load today is almost exhausted. It is necessary to constantly search for the most effective options for combining loads with different intensities. It is necessary to know in what ratio of intensity and volume the load will be more effective and more significant for the athleteю. The strength of the training effect depends mainly on the intensity of physical activity, while the direction of the training effect is determined by the totality of the volume, intensity and means used.

Keywords: physical activity, training process, skiers, intensity, volume, special performance

Особенностью подготовки спортсменов старших разрядов является выполнение большого объёма нагрузки с высокой интенсивностью. Однако возможность увеличения уровня специальной работоспособности за счёт механического наращивания объёмов сегодня практически исчерпана. Система подготовки спортсмена – это процесс управления его состоянием, который невозможен без тщательно скорректированной программы тренировки, объективного контроля, за ходом её выполнения и текущим состоянием спортсменов [1].

В связи с этим учет интенсивности тренировочных занятий в подготовке лыжников становится особенно актуальным. Но полную характеристику тренировочной нагрузки по интенсивности дать невозможно, поскольку это только один показатель нагрузки. Другой важный показатель – объем тренировочной нагрузки [2].

Для спортсмена небезразлично, какую он выполнил суммарную работу в каждом занятии. В практике объемы тренировочной работы планируются на основании опыта тренера, ведущих специалистов. Поиск разумного объема нагрузки в настоящее время осуществляется через оптимизацию интенсивности [3]. Но какой объем нагрузки будет наилучшим образом влиять на формирование специальной работоспособности?

Вопрос о правильности построения тренировочного процесса микроцикла имеет большое значение в подготовке лыжников-гонщиков. При этом необходимо знать, какое воздействие оказывают на спортсмена нагрузки, различные по величине направленности, каковы динамика и продолжительность процессов восстановления после них. При планировании имеют большое значение возрастные особенности и квалификация спортсмена. Современный уровень спортивных достижений в лыжных гонках предъявляет высокие требования к физической подготовленности спортсмена, так как определяющим фактором в достижении высоких результатов является специальная выносливость [4].

Исследование показателей механизмов регуляции и показателей функционального состояния имеют важное значение для оценки особенностей адаптации организма к физическим нагрузкам высокой интенсивности и высокого объёма [5]. Это позволяет подойти к научному построению режимов тренировок, соотношений основных показателей физической нагрузки и контролю за функциональным состоянием спортсменов.

Цель исследования: оценка влияния тренировочных нагрузок специфической направленности с различным соотношением объёма и интенсивности на изменение специальной работоспособности квалифицированных лыжников-гонщиков.

Задачи исследования:

1. Определить критерии и подобрать методы оценки интенсивности тренировочной и соревновательной деятельности лыжника-гонщика в специфических средствах.

2. Сравнить динамику специальной работоспособности при воздействии физических нагрузок с различной преимущественной направленностью объёма и интенсивности.

Методы исследования: тестирование, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент, медико-биологическое тестирование, методы математической статистики.

В исследовании приняли участие 12 лыжников (1 – МСМК, 5 – МС, 3 – КМС, 2 – 1 разр, 1 – 2 разр.), и проходило на СБ «Маяк». В тестировании оценивалась специальная подготовленность. Использовались контрольные упражнения: – прохождение дистанций 5 км и 10 км (классическим и коньковым ходом) для оценки уровня специальной выносливости; – пятерной прыжок с места для определения скоростно-силовых способностей. Спортсмены выполняли по две попытки (фиксировалась лучшая попытка); сгибание-разгибание рук в упоре лежа (за 10 с.) с установкой на максимальное количество выполнения данного упражнения. Данный тест использовался для оценки скоростно-силовых качеств.

Педагогическое наблюдение проводилось с целью получения информации о физических нагрузках, получаемых в тренировочных занятиях, и переносимостью этих нагрузок спортсменами. Педагогический эксперимент проводился с целью проверки основных положений работы. Он проводился в течение двух мезоциклов подготовки.

Медико-биологическое тестирование являлось основным методом сбора текущей информации. В исследовании применялись стандартные нагрузки с использованием Гарвардского степ-теста (для оценки общей физической работоспособности при оценке срочного эффекта), PWC_{170} в модификации В.Л. Карпмана. По полученным данным рассчитывались относительные показатели работоспособности, МПК и максимальное время работы на уровне МПК.

Результаты исследования и их обсуждение

Опираясь на результаты исследований В.Н. Манжосова [6], в которых оценивался эффективный километраж, мы сделали подобный расчёт для средств общей физической подготовки. Показатель эффективного километража необходим для того, чтобы сравнивать между собой различные средства спортивной тренировки. За основу был взят эффективный километраж кроссового бега. Данное средство выбрано в качестве ведущего на том основании, что оно является универсальным, с одной стороны, и наиболее распространённым средством ОФП в тренировке лыжников – с другой

Для расчёта эффективного километража мы воспользовались специальной таблицей, разработанной В.Н. Манжосовым. Надо заметить, что максимальная продолжительность физической нагрузки связана с частотой сердечных сокращений нелинейно. Эта зависимость имеет параболический характер, т.е. напряжённость физической нагрузки возрастает не равномерно, а с увеличением скорости. Например, изменение темпа упражнений на 10 % при ЧСС 120 уд/мин приводит к росту ЧСС на 6 %, а то же изменение темпа при ЧСС 150 уд/мин отражается в приросте пульса на 9 %. В связи с этим нам пришлось рассчитать зависимость ЧСС от скорости передвижения в кроссе, вычислить интенсивность нагрузки, чтобы с помощью таблицы В.Н. Манжосова выйти на эффективный километраж.

Мы представили зависимость интенсивности (I) от ЧСС (f) в следующем виде:

$$I = 0{,}0038\ (f - 24)^2,$$

где 0,0038 – коэффициент регрессии для спортсменов 1р – КМС; f – средняя частота сердечных сокращений при выполнении упражнения; 24 – физиологический минимум ЧСС.

При известном значении интенсивности нам не составляет труда определить так называемый эффективный километраж, фактически характеризующий величину физической нагрузки. Основным преимуществом данного показателя является то, что он позволяет сравнивать величины физических нагрузок, полученных в различных средствах, в том числе ациклических, ситуационных и общеразвивающих упражнениях.

Таким образом, мы определили критериальный показатель интенсивности тренировочной и соревновательной деятельности лыжника-гонщика во всех, в том числе и в специфических, средствах подготовки спортсмена. Кроме того, мы существенно расширили решение первой задачи, получив показатель, дающий возможность сравнивать самые непохожие друг на друга физические нагрузки.

Метод оценки интенсивности, предложенный нами, несложный. Как было сказано в первой главе, оценивается средняя ЧСС каждой части занятия.

Метод оценки интенсивности, предложенный нами, несложный. Оценивается средняя ЧСС каждой части занятия и рассчитывается средняя ЧСС тренировки.

$$F = \frac{t_1 \times f_1 + t_2 \times f_2 + t_3 \times f_3}{t_1 + t_2 + t_3},$$

где t – время физической нагрузки (мин), f – средний пульс соответствующих частей занятия: 1 – разминка, 2 – основная часть, 3 – заминка (заключительная часть).

В нашем исследовании была выявлена сходная с данными В.Н. Манжосова (1986) по однородности среднедистанционная величина ЧСС. На протяжении двух сезонов ошибка средних значений $\overline{F}_c$ соревнования у наших испытуемых не превышала 2,3%. Отличие результатов наблюдения заключалось в том, что у спортсменов более низкой квалификации (в нашем случае это лыжники-гонщики Iр – МС) изучаемый показатель имел более высокие значения и составлял в среднем 181,5 ± 3 уд/мин (табл. 3).

Выяснили, что с повышением квалификации среднедистанционный пульс (f_c) снижается. Подобные результаты мы наблюдали как в свободном, так и в классическом стилях передвижения. Рассматриваемая величина индивидуальна и точно называть её абсолютные значения некорректно, но при расчёте интенсивности по ЧСС можно выделить несколько условных значений (f_c).

Так, за 100%-ную величину интенсивности физической нагрузки мы предлагаем принять следующие значения ЧСС: высококвалифицированные спортсмены (МС, МСМК) – 175 уд/мин; спортсмены квалификации I р, КМС – 180 уд/мин; начинающие спортсмены – 185 уд/мин. Повторимся, что приведенные цифры являются условными и служат для сравнения напряженности выполняемых упражнений.

Описанная закономерность позволила нам вывести ещё два коэффициента регрессии, используемые в расчёте интенсивности: 0,0035 – соответствует спортсмену массовых разрядов; 0,0039 – соответствует спортсмену высокой квалификации.

Следующим шагом мы начали с подсчёта эффективного километража для специфических средств при изменении интенсивности на 10%, сохраняя величину объёма физической нагрузки. Критерием служила ортостатическая проба в срочном эффекте и Гарвардский степ-тест – в отставленном эффекте (табл. 1).

Таблица 1

Реакции функциональных показателей спортсменов в срочном и отставленном тренировочном эффекте на изменение интенсивности физической нагрузки

Интенсивность нагрузки	Срочный эффект (ортостатическая проба)		Отставленный эффект (ИГСТ)	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
60%	12	14	103	106
70%	12	18	102	101
80%	12	21	103	92
90%	12	23	104	88

Отставленный эффект оценивался через 6 ч после тренировочной нагрузки, в то время как срочный эффект определялся по состоянию 30 мин отдыха. Данные показатели срочного эффекта физической нагрузки с 60 %-ной интенсивностью незначительно (16,6 %) отличаются от исходной величины. Показатели отставленного эффекта улучшились на 2,9 %. Подобная реакция характерна для нагрузки восстанавливающего характера.

90 % интенсивность обладала ярко выраженной направленностью развивающего режима. Показатели срочного и отставленного эффектов ухудшились на 92 % и 15,4 % соответственно. Интересно заметить, что реакция организма на повышение интенсивности как в срочном, так и в отставленном эффекте была пропорциональной.

В дальнейшем мы повторили подобные физические нагрузки, но с изменением объёма при относительно постоянной интенсивности. Сохраняя интенсивность при увеличении объёма, мы уменьшали скорость передвижения, сохраняя необходимые значения ЧСС.

Десятипроцентное повышение объёма не имело значительных отличий от предыдущих реакций. Динамика функциональных показателей примерно соответствовала изменению величины объёма как в оценке срочного, так и в оценке отставленного эффектов. Для 60 %-ного объёма изменение в срочном эффекте составило 9 %; в отставленном – 1 %. На 70 %-ном объёме соотношения 16,6 и 1 %. В 80 %-ном объёме – 36 и 3 %. В 90 % – 42 и 6 %.

Напомним, что за 100 % объем мы принимали тридцатикилометровую дистанцию, преодолеваемую со средней интенсивностью 70 % (ЧСС = 160 уд/мин). Интенсивность оценивалась нами непосредственно по критерию, для расчёта коэффициента интенсивности мы использовали значения, относящиеся к бегу с имитацией. По нашему мнению именно этот диапазон значений (70–90 %) в большей мере отражает величину физической нагрузки. Таким образом, значения эффективного километража и изменение функциональных показателей выглядели следующим образом (табл. 2).

При увеличении физической нагрузки с 60 до 70 %, т.е. на 10 %, по-разному отражается на величине эффективного километража. Если на 10 % увеличить объём, сохранив интенсивность на прежнем уровне, эффективный километраж увеличится на 18 %. Если же при неизменном объёме увеличить на 10 % интенсивность упражнения, то эффективный километраж возрастёт на 28 %. Это соотношение несколько меняется при увеличении нагрузки. При повышении нагрузки от 70 до 80 % эффективный километраж увеличится на 14 % за счёт объёма и на 22 % за счёт интенсивности. Несмотря на это, мы можем констатировать, что единица изменения интенсивности в большей мере влияет на величину физической нагрузки, нежели единица изменения объёма.

Напряжённость вегетативных систем (ВР) находится от интенсивности физической нагрузки в следующей зависимости:

$$ВР = I + (0{,}13(I - 60))^2,$$

где I – интенсивность; 60 – коэффициент, соответствующий минимальной интенсивности тренировочного занятия; 0,13 – коэффициент регрессии.

Очевидно, что по мере роста интенсивности напряжённость вегетативных систем прогрессивно увеличивается. С увеличением показателей объёма мы наблюдаем пропорциональный рост напряжённости вегетативных систем. Однако это явление характерно лишь для лабораторных условий. На практике повышение объёма неизбежно сопровождается ростом интенсивности. Поэтому мы дополнили исследование и включили показатели эффективного километража при увеличении как объёма, так и интенсивности.

Таблица 2

Показатели эффективного километража при различных параметрах объёма и интенсивности специфической физической нагрузки и отношения этих параметров

Исследуемый параметр	Процент интенсивности или объёма			
	60	70	80	90
а) Эффективный километраж при меняющейся интенсивности и постоянном объёме (15 км)	2,96 (150)	3,78 (162)	4,6 (171)	5,43 (178)
б) Эффективный километраж при меняющемся объёме и постоянной интенсивности (70 %)	4,5 (18 км)	5,3 (21 км)	6,05 (24 км)	6,8 (27 км)
в) Эффективный километраж при меняющемся объёме и растущей интенсивности (от 70 % до 80 %)	4,5	5,69	8,14	10,59
Отношения эффективного километража: «б/а»	1,5	1,4	1,3	1,2
Отношения эффективного километража: «в/а»	1,5	1,58	1,77	1,95

Таблица 3

Результаты тестирования специфической работоспособности, PWC_{170} (V), до и после выполнения тренировочного плана микроцикла

	до микроцикла	после микроцикла	разница
Группа 1	4,076 ± 0,05 м/с	4,092 ± 0,04 м/с	0,016 p > 0,05
Группа 2	4,01 ± 0,039 м/с	4,24 ± 0,027 м/с	0,23 p < 0,05
Разница	0,066 при p > 0,05	0,15 при p < 0,05	

На основании полученных цифр мы описали взаимосвязь физической нагрузки (ВР – реакция вегетативных систем) от показателей объёма (V) и интенсивности (I):

$$0{,}56V\,(0{,}13(I - 60))^2 + I,$$

где V – расстояние, пройденное лыжником за расчётный период.

К сожалению, данная зависимость сохраняется только при использовании соревновательного средства. Это связано с тем, что абсолютные показатели объёма обладают сильно различающимися эффектами воздействия. В этой связи нам представляется целесообразной оценка объёма в единицах времени.

Лабораторные исследования и теоретические расчёты нами проверялись в ходе педагогического эксперимента. Для этого мы использовали центральные и крайние значения интенсивности и объёма, оценивая срочный и отставленный тренирующий эффект. Принципиально было исследовано три варианта: 1) $I_{70} – V_{85}$; 2) $I_{90} – V_{70}$; 3) $I_{80} – V_{80}$.

Спортсмены последовательно выполняли циклы нагрузки (10 тренировок) с соответствующими значениями объёма и интенсивности. Перед началом цикла у них определили PWC_{170} (V). При подобном тестировании вес тела спортсменов не учитывался, поскольку в качестве мощности нагрузки выступает скорость, что позволяет сразу учитывать относительную нагрузку. В отличие от массы спортсмена скольжение лыж учитывать необходимо с высокой точностью. Перед каждым тестом мы проводили «откатку» лыж.

Скорость передвижения в первой нагрузке задавалась с условием, что ЧСС в конце нагрузки должна находиться на уровне 120–130 уд/мин. Время нагрузки 4–5 мин, что соответствует отрезку 1200 м. Скорость передвижения во второй нагрузке должна была вывести ЧСС на 150–165 уд/мин.

По результатам тестирования спортсмены были разделены на две подгруппы. Через 10 тренировочных занятий, в которых одна подгруппа (1 – МС, 1 – КМС 1 – 1 разр.), тренировалась с преимущественными значениями объёма, а вторая (2 – МС и 1 – КМС) с преимущественными значениями интенсивности, тестирование было повторено (через день отдыха) (табл. 3).

Результат превзошёл наши ожидания. Мы готовились к повторению микроцикла в связи с малой продолжительностью, но статистическая разница в результатах тестирования была получена как по внутригрупповому признаку, так и между группами. В данном случае мы утверждаем лишь одно, что тренировки с высокими значениями интенсивности обладают большим тренирующим эффектом, нежели тренировки с преимущественным значением объёма. Оценивать величину эффекта в данном случае некорректно, поскольку она зависит от множества факторов, главным из которых является продолжительность воздействия. В то же время хочется предостеречь от продолжительных воздействий нагрузок высокой интенсивности.

Мы не подвергали специальному анализу результаты ортопробы. Однако налицо различия показателей в первой и второй группах. Известно, что именно регуляторные механизмы первыми откликаются на нарушение адекватности нагрузок. В спортивной медицине ортостаза до 20 единиц считается нормой, но в нашем случае эта величина предпатологическая (табл. 4). Дальнейшее направление тренировки на высокую интенсивность неизбежно приведёт к срыву адаптации. Мы можем предположить, что две-три однонаправленные тренировки не причинят вреда адаптационным процессам, но не более. Объёмные нагрузки имеют существенно меньшую тенденцию к нарастанию напряжения, что косвенно подтверждает результаты наших лабораторных испытаний.

Таблица 4

Средние результаты ортостатических проб (отставленный эффект) в ходе педагогического эксперимента

Группа	Номер замера (соответствует дню эксперимента)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гр. 1	8	9	11	11	10	12	11	13	12	12
Гр. 2	9	12	13	15	14	16	17	16	18	17

Таблица 5

Результаты тестирования специфической работоспособности, PWC_{170} (V), до и после выполнения тренировочного плана микроцикла с невыраженной направленностью на объём или интенсивность

	до микроцикла	после микроцикла	разница
Группа 1	4,13 ± 0,04 м/с	4,12 ± 0,03 м/с	0,01 p > 0,05
Группа 2	4,11 ± 0,05 м/с	4,12 ± 0,02 м/с	0,01 p > 0,05
Разница	0,02 при p > 0,05	0,0 при p > 0,05	

Завершился эксперимент тем, что после продолжительного отдыха (неделя восстановительных тренировок и три дня пассивного отдыха) мы повторили всю процедуру с обеими группами. Лыжники тренировались по плану, предусматривающему усреднённые значения объёма и интенсивности (табл. 5). Результаты проведённой серии тренировок нас несколько удивили. За 10 дней мы не обнаружили следов тренирующего эффекта. Зато плотность показанных результатов стала значительно выше. По всей вероятности подобные нагрузки легко воспринимаются организмом и адаптация разворачивается быстро и без особых различий в специфике.

Мы можем заключить, что динамика специальной работоспособности, оцениваемая с помощью теста PWC_{170} (V), имеет особенности, связанные с направленностью физических нагрузок. Использование тренировок с направленностью на высокую интенсивность даёт больший тренирующий эффект в срочной адаптации. В то же время долговременная адаптация не проявилась в большей степени при выполнении нагрузок с высокой интенсивностью. В этом нас убеждает фоновый показатель последнего эксперимента. По всей вероятности, оптимальный вариант – сочетание различных типов нагрузки с использованием преимущественно высокой интенсивности для достижения желаемого эффекта.

Выводы

Оптимальная интенсивность специфической физической нагрузки должна находиться в диапазоне 70–90 %. Интенсивность ниже 70 % даёт тренирующий эффект, имеющий коэффициент, близкий к единице, т.е. в лучшем случае – восстанавливающий режим нагрузки. Интенсивность более 90 % опасна слишком высоким тренирующим эффектом – коэффициент эффективности приближается к 2. Под коэффициентом эффективности мы понимаем средневзвешенное изменение низковариативных функциональных показателей в срочном эффекте (ортостаза, ИГСТ). При названных показателях интенсивности оптимальные значения объёма – 70–85 % (20–26 км на лыжах).

Таким образом, выполненное исследование позволяет заключить, что сила тренирующего эффекта зависит главным образом от интенсивности физической нагрузки, в то время как направленность тренирующего эффекта определяется по совокупности объёма, интенсивности и применяемых средств.

Список литературы

1. Сухачев Е.А., Антипова О.С., Реуцкая Е.А. Особенности организации физической подготовки высококвалифицированных биатлонистов // Наука и спорт, современная тенденция. 2016. Т. 11. № 2. С. 44–50.

2. Слушкина Е.А., Слушкин В.Г. Исследование развития выносливости в лыжных гонках // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2011. № 7. Т. 77. С. 147–151.

3. Коробейченко А.И., Парфенов С.П. Воспитание выносливости средствами лыжной подготовки: учебно-методическое пособие. Иркутск: ИрГУПС, 2009. 145 с.

4. Кузнецов И.А., Щапов Е.В. Специальная работоспособность лыжников гонщиков 16–17 лет при одновременном бесшажном ходе // Наука и спорт, современная тенденция. 2017. Т. 16. № 3. С. 27–32.

5. Головачев А.И., Колыхматов В.И. Построение тренировочного процесса, направленного на развитие специальной выносливости лыжников-гонщиков высокой квалификации, специализирующихся в спринтерских видах гонок // Вестн. спортив. науки. 2014. № 5. С. 7–12.

6. Манжосов В.Н. Тренировка лыжников-гонщиков. М.: Физкультура и спорт, 1986. С. 30–32.

УДК 379.8.091

РЕГИОНАЛЬНЫЕ КУЛЬТУРНЫЕ БРЕНДЫ КАК СПОСОБ ПРОДВИЖЕНИЯ И СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Штанько Е.С., Калашникова Н.Н., Ефремова Н.В.

ГБОУ ВО «Белгородский государственный институт искусств и культуры», Белгород, e-mail: kalashnikova_nadejda@rambler.ru

В данной статье дается характеристика региональных культурных брендов, выделены основные характеристики территории, обладающие потенциалом для формирования бренда на территории Белгородской области, рассматриваются наиболее распространенные на территории области культурные бренды: праздники, фестивали, ярмарки. В процессе исследования авторами были выделены следующие характеристики территории: природные объекты (уникальные памятники природы, особо охраняемые территории, водоёмы и другое), историческое наследие Белгородской области, культура как совокупность материального и духовного богатства, искусственно созданного народом, быт народа, который отражает наследие территории или укрепление за ней интересных, оригинальных признаков, мифов на житейском уровне. Авторами статьи изучены: понятие и специфические характеристики культурного бренда, проанализированы региональные культурные бренды как тренд продвижения и социально-культурного развития территорий Белгородской области и разработан и реализован проект по продвижению и социально-культурному развитию сельских территорий Ивнянского района Белгородской области посредством культурного брендирования. В рамках проекта были разработаны брендовые мероприятия: в Сафоновском сельском поселении культурно-брендовое мероприятие «Тыквенный рай», в селе Федчёвка культурно-брендовое мероприятие «Урожайная Федчёвка», в селе Песчаном культурно-брендовое мероприятие «Цветочный ряд», в селе Покровке культурно-брендовое мероприятие «Покров Пресвятой Богородицы». Авторы подтверждают, что на современном этапе развития учреждений культуры важное значение приобретают региональные культурные бренды как ресурс продвижения региона, который основан на каком-либо историко-культурном событии или памятнике культуры, а также на местных обычаях и традициях. В ходе исследования выявлены социально-экономические эффекты брендирования территорий, маркетинговые эффекты, этапы разработки стратегии продвижения территориального бренда, характерные и для региональных культурных брендов. Региональный культурный бренд в контексте позиционирования территории рассматривается не столько с экономической точки зрения, сколько с его социально-культурной значимости.

Ключевые слова: бренд, брендинг, региональный культурный бренд, технология продвижения бренда, социально-культурное развитие, праздники, фестивали, ярмарки, логотип, брендовый продукт, этапы брендирования

REGIONAL CULTURAL BRANDS AS A METHOD OF ADVANCEMENT AND SOCIO-CULTURAL DEVELOPMENT OF TERRITORIES

Shtanko E.S., Kalashnikova N.N., Efremova N.V.

Belgorod State Institute of Arts and Culture, Belgorod, e-mail: kalashnikova_nadejda@rambler.ru

This article describes regional cultural brands, highlights the main characteristics of the territory, having the potential to form a brand in the territory of the Belthe region, considers the most common cultural brands in the territory of the region: holidays, festivals, fairs. During the study, the authors highlighted the following characteristics of the territory: natural objects (unique monuments of nature, specially protected areas, water bodies and other), historical heritage of the Belthe region, culture as a set of material and spiritual wealth artificially created by the people, life of the people, which reflects the heritage of the territory or strengthening behind it interesting, original signs, myths at the life level. The authors of the article studied the concept and specific characteristics of the cultural brand, analyzed regional cultural brands as a trend of promotion and socio-cultural development of the territories of the Belthe region and developed and implemented a project on promotion and socio-cultural development of rural territories of the Ivnyan district of the Belthe region through cultural branding. Within the framework of the project, brand events were developed: in Safon rural settlement the cultural brand event «Pumpkin Paradise,» in the village of Fedchivka the cultural brand event «Harvest Fedchivka,» in the village of Sandy cultural and brand event «Flower Row,» in the village of Kolka the cultural and brand event «Pokrov of the Holy Virgin». The authors confirm that, at the present stage of the development of cultural institutions, regional cultural brands become important as a resource for the promotion of the region, which is based on any historical and cultural event or cultural monument, as well as on local customs and traditions. The study revealed the socio-economic effects of territory branding, marketing effects, stages of development of a strategy for the promotion of the territorial brand, which are characteristic of regional cultural brands. The regional cultural brand in the context of territory positioning is considered not so much from an economic point of view as from its socio-cultural importance.

Keywords: brand, branding, regional cultural brand, brand advancement technology, socio-cultural development, holidays, festivals, fairs, logo, brand product, branding stages

Продвижение и социально-культурное развитие современных территорий Российской Федерации относится к одному из приоритетных направлений государственной политики. Одним из эффективных способов продвижения и социально-культурного развития территорий является бренд. Именно поэтому актуальным является изучение сущностных характеристик бренда, регионального культурного бренда, где главное

условие – опора на историко-культурные события региона, наличие природных объектов, местных обычаев и традиций.

Цель исследования: изучить потенциал культурного бренда, разработать и реализовать проект по формированию и продвижению территории посредством культурного брендирования. Цель обусловила необходимость решения следующих задач: изучить понятие и специфические характеристики культурного бренда; проанализировать региональные культурные бренды как тренд продвижения и социально-культурного развития территорий Белгородской области; разработать и реализовать проект по продвижению и социально-культурному развитию сельских территорий Ивнянского района Белгородской области посредством культурного брендирования.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: теоретические – анализ научной, социологической, культурологической, педагогической и психологической литературы; эмпирические – наблюдение, сравнение, контент-анализ, анкетирование.

Понятие бренд характеризуется как популярный товарный знак, получивший известность благодаря успешным маркетинговым процедурам.

Бренд – это торговая марка со сложившимся имиджем. Бренд – это набор восприятий в воображении потребителя [1, с. 192].

Формирование бренда основывается на позитивном имидже населенного пункта, удовлетворяющем запросы потребителей. Это высшее проявление эмоциональных потребительских предпочтений, важнейший фактор конкурентных преимуществ и доходов, ценный актив экономики [2, с. 20].

В России есть невероятное количество объектов культурного наследия, духовно-нравственных идеалов, художественно-эстетических символов, которые по праву могут выступать как культурные бренды, имея при этом федеральное, региональное и муниципальное значение.

Несмотря на то, что брендирование городов на территории России стало развиваться гораздо позже, чем за рубежом, сейчас в России можно выделить немало регионов, имеющих свой культурный стиль, имидж, бренд. Например, культурным брендом России вправе называться туристический маршрут «Золотое кольцо России», в состав которого входят города богатые историческим и культурным наследием [3, с. 12].

Помимо городов «Золотого кольца» есть еще города-бренды, например город Великий Устюг признан родиной Деда Мороза, более того, этот бренд вышел на общероссийский уровень и теперь узнаваем как национальный культурный бренд России. Бренд создан в 1998 г., в его основу заложен социокультурный феномен – Дед Мороз, являющийся самым добрым, мудрым и справедливым волшебником, который исполняет желания. Популярность бренда с каждым годом растет, увеличивается количество приезжих туристов, так по сравнению с 2017 г. уровень посетителей в 2018 г. увеличился на 13%. Сегодня «Родина Деда Мороза» находится в тройке самых популярных мест новогоднего отдыха. Великий Устюг стал местом, где предоставлены комфортные условия не только для отдыха, но и для проживания, ведения бизнеса. Это, безусловно, уникальный город, где присутствует элемент духовно-нравственного воспитания подрастающего поколения. Созданный бренд, положительно сказался на экономике города, повлекший за собой увеличение роста занятости населения, развитие инфраструктуры и коммуникаций региона, стимуляцию производства товаров и услуг.

Брендинг как вид деятельности существует давно (масштабное применение методов брендинга имеет место последние 150 лет в России и за рубежом) [4], однако активно в сфере культуры бренды стали развиваться относительно недавно. Основные причины этого процесса в следующем:

– снижение государственного финансирования сферы культуры;

– рост значимости некоммерческого сектора (третьего сектора);

– получение дополнительной прибыли учреждениями культуры и другие.

На современном этапе развития учреждений культуры важное значение приобретают региональные культурные бренды. Региональный культурный бренд – это ресурс продвижения региона, который основан на каком-либо историко-культурном событии или памятнике культуры, а также может быть основан на конкретной исторической личности [5, с. 25].

Социально-культурный аспект бренда отражает в своих публикациях Ю.А. Запесоцкий, который считает, что «в социально–культурном плане бренд можно представить как совокупность символов, формирующих конвенциальное поле, объединяющее субъекты маркетинговой коммуникации и среду внутри единого символического пространства, удерживающего сегмент социальной среды в границах нормативной валентности (т.е. в состоянии реальной и потенциальной потребительской активности)» [6, с. 76].

Привлекательность культурного бренда также состоит в том, что он является действенным инструментом социально-культурной коммуникации. Этот компонент необходим в процессе позиционирования и социально-культурного развития территории [7, с. 515].

Эффективность регионального культурного бренда во многом зависит от технологии его продвижения, которая рассматривается как сложный многоуровневый процесс, с детальной проработкой конкретных действий и операций [8, с. 55] (рис. 1).

Разработка и продвижение культурных брендов является одним из основных направлений деятельности учреждений культуры Белгородской области. Губернатором Белгородской области было принято распоряжение от 23.05.2013 № 235-р «О Концепции брендирования территорий в Белгородской области», которое способствовало активному включению брендирования в деятельность учреждений культуры области [9].

В процессе исследования нами были выделены следующие характеристики территории, обладающие потенциалом для формирования бренда на территории Белгородской области.

Во-первых, это природные объекты (уникальные памятники природы, особо охраняемые территории, водоёмы и другое).

Во-вторых, историческое наследие Белгородской области.

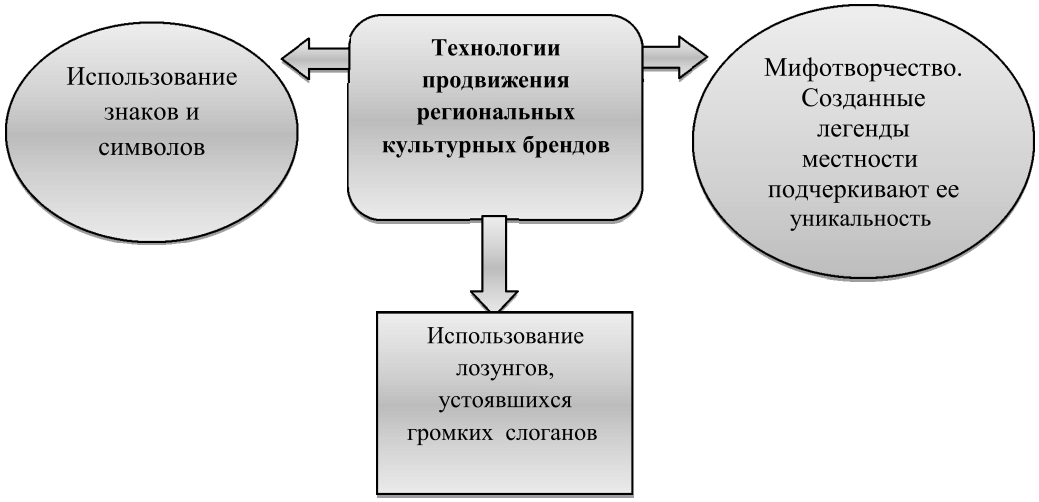


Рис. 1. Технология продвижения региональных культурных брендов

В третьих, это культура как совокупность материального и духовного богатства, искусственно созданного народом.

В-четвертых, важным компонентом культурного брендирования является быт народа, который отражает наследие территорией или укрепление за ней интересных, оригинальных признаков, мифов на житейском уровне.

Важными факторами брендирования территории в Белгородской области можно рассматривать известных и знаменитых личностей, оставивших яркий след в истории и культуре края.

В двадцати двух муниципальных районах и городских округах Белгородской области разработаны культурные бренды территорий, которые способны поднять инвестиционную и туристическую привлекательность городов и сёл.

Масштабными и красочными мероприятиями стали фестивали и праздники, проводимые в рамках культурного бренда сельских территорий Красненского района Белгородской области. Сегодня фестиваль – это одна из активных форм досуга населения, направленная на активизацию культурной жизни территории, он служит укреплению творческих связей между муниципальными районами, даёт возможность жителям и гостям района знакомиться с местными традициями, обычаями и обрядами [10].

В июне на территории Лесноуколовского сельского поселения проходит межрайонный праздник садовой земляники «Ягодный рай». Брендовое мероприятие Лесноуколовского сельского поселения собирает делегации из различных районов Белгородской области и Репьёвского района Воронежской области.

В июле на территории Горкинского сельского поселения проходит праздник любителей рыбалки и охоты «Праздник карася». Праздник собирает любителей самодеятельного народного творчества и рыбной ловли. Это брендовое мероприятие является визитной карточкой Горкинского сельского поселения.

В это же время на территории села Расховец проходит праздник красоты и здоровья «Живая вода» – брендовое мероприятие Расховецкого сельского поселения. Праздник проходит на берегу сельского пруда, куда приглашаются все желающие. В программе праздника принимают участие народные коллективы Ураковского Дома культуры, мастера декоративно-прикладного творчества, проводятся игровые программы и конкурсы.

В сентябре на территории Сетищенского сельского поселения уже традиционным стало брендовое мероприятие – фестиваль вкуса «Молочные реки – творожные берега». В фестивале принимают участие индивидуальные предприниматели, которые организуют выставку молочной продукции. Для гостей и жителей села проходит праздничный концерт с участием творческих коллективов Центра культурного развития (ЦКР) «Радужный» и Сетищенского модельного Дома культуры.

В сентября в селе Большое проходит фестиваль крестьянского быта «Мамкины земли» – культурный бренд Большовского сельского поселения. Особенностью этих фестивалей является то, что каждый из них раскрывает зрителям какую-то новую сторону быта наших предков. Например, театрализованное представление III фестиваля было посвящено одному из элементов женской крестьянской одежды – платку. Эта тема прослеживалась в репертуаре всех коллективов самодеятельного художественного и декоративно-прикладного творчества, в играх и конкурсах.

«Удеровский листопад» – областной музыкально-литературный праздник в Мухоудеровском сельском поселении Алексеевского района – стал брендовым мероприятием для жителей села. Он собирает поэтов и писателей из многих городов России: Белгорода, Воронежа, Москвы, районных центров Белгородской и Воронежской областей.

«Холковский сполох» – фестиваль казачьей культуры в Ездоченском сельском поселении Чернянского района. Казачество пользуется большим интересом у белгородцев и гостей области. Участники праздника могут познакомиться с вокальным и хореографическим искусством казаков, оценить их мастерство рукопашного боя, владения клинковым и рубящим оружием, ощутить колорит казачьих мужских и женских костюмов.

Специалисты Троицкого Центра культурного развития Губкинского района активно продвигают исторически сложившийся бренд Троицкой территории: в поселке проводится праздник-фестиваль «Троицкая Нюша и другие хрюши», инсталляция этого фестиваля представляется на выставке-ярмарке «Губкинский карагод». Так в июне 2017 г. команда ЦКР представила инсталляцию брендового мероприятия на V Межрегиональном фестивале народности и исторических реконструкций «Маланья», где была награждена Дипломом Лауреата I степени.

«День лука» – праздник-ярмарка в селе Стригуны Борисовского района. 14 августа в Стригунах проходит традиционный праздник-ярмарка «День лука», на котором гости праздника смогут попробовать блюда народной кухни, вдоволь и «поплакать», глядя на главный продукт ярмарки, и повеселиться на праздничном концерте с участием самодеятельных коллективов поселения. Везде присутствует логотип мероприятия – лук.

Результаты исследования и их обсуждение

Проанализировав деятельность учреждений культуры Ивнянского района по разработке и продвижению культурных брендов, мы выяснили, что в данном районе реализуется всего пять культурных брендов.

В целях активизации культурного брендирования нами был разработан проект «Создание и продвижение культурных брендов сельских территорий Ивнянского района». Определены цели и задача, сформулирован и утвержден план реализации.

Первым и основным блоком работ в системе реализации проекта стало определение культурных брендов территории. Для этого в десяти сельских поселениях района были организованы заседания участников социально-культурного кластера, в ходе которых путём открытого голосования были определенны: концепция бренда территории, культурно-брендовые мероприятия, логотипы и сопутствующая сувенирная продукция.

По итогам заседаний были известны ориентировочные даты проведения культурно-брендовых мероприятий, на основании которых составлен график проведения мероприятий.

Одним из первых брендовых мероприятий стал «Верхопенский вернисаж» – брендовое мероприятие Верхопенского сельского поселения, посвященное уроженцу села Верхопенье художнику Крамскому Михаилу Сергеевичу. На территории Верхопенского модельного дома культуры работали площадки – «Музыкальная акварель», «Палитра радости», «Лаборатория фантазии и мастерства», «Ребячья забава», «Радуга идей».

В июле в селе Сырцево Ивнянского района в рамках проекта прошли народные посиделки «Душистый чаёк да свежий медок». Для гостей праздника организованы: детская игровая площадка, дегустация травяных чаёв, выставка-продажа сувенирной продукции, конкурсы для чайных гурманов, а также угощения – уха, солдатская каша, шашлык, и, конечно же, демонстрировалась яркая и красочная концертная программа.

В рамках проекта 19 августа на площади у Сухосолотинского СДК прошло культурно-брендовое мероприятие «Спас – целебное яблочко припас», посвящённое Преображению Господню. В рамках праздника организованы: выставки-продажи сувенирной продукции, тематические фотозоны, театрализованные представления, освящение яблок, концертные программы, детские игровые площадки. На празднике собрались жители села Сухосолотино и гости со всего Ивнянского района. С приветственным словом и поздравлениями к гостям праздника обратился глава администрации Ивнянского района, глава администрации Сухосолотинского сельского поселения и настоятель Храма Вознесения Господня с. Кочетовка, после чего совершилось праздничное богослужение и освящались яблоки. Также организаторами праздника предусмотрено праздничное угощение, приготовленное из сухосолотинских яблок – яблочный компот, пироги с яблочной начинкой, печеные с яблоками и мёдом.

Кроме этого, в рамках проекта были разработаны брендовые мероприятия: в Сафоновском сельском поселении культурно-брендовое мероприятие «Тыквенный рай», в селе Федчёвка культурно-брендовое мероприятие «Урожайная Федчёвка», в селе Песчаном культурно-брендовое мероприятие «Цветочный ряд», в селе Покровке культурно-брендовое мероприятие «Покров Пресвятой Богородицы», в селе Кочетовка брендовый праздник села «Кочетовка – клёвое место!».

Таким образом, на территории Ивнянского района сформировалась карта культурных брендов (рис. 2).

Проанализировав культурные бренды многих районов Белгородской области, мы заключили, что на сегодняшний день все сельские территории районов имеют неповторимый брендовый продукт.

Процесс продвижения и социально-культурного развития территории на основе культурного брендирования развивается. Посредством реализации мероприятий культурного бренда создается креативный рынок услуг в сфере культуры, повышается конкурентноспособность всех учреждений культуры региона [11]. В ходе подготовки брендовых мероприятий население активно включается в процесс сохранения и рационального использования культурно-исторического наследия русского народа, в частности Белгородской области.

Рис. 2. Карта культурных брендов Ивнянского района Белгородской области

Брендирование территорий способно принести социально-экономические эффекты:

– позитивное влияние на степень идентификации граждан с территорией своего проживания;

– обеспечение формирования солидарного общества;

– повышение качества и уровня жизни населения;

– повышение деловой и социально-экономической активности в связи с увеличением потоков ресурсов и улучшением имиджа территории.

Маркетинговые эффекты:

– повышение узнаваемости территории;

– повышение статуса территории, ее конкурентоспособности [12].

В общем виде разработка стратегии продвижения территориального бренда может состоять из следующих этапов:

– оценка стартовых позиций;

– аналитический этап;

– проектирование бренда;

– реализация стратегии продвижения регионального бренда;

– мониторинг [13].

Данные этапы применимы и к культурным брендам, которые, в свою очередь, способствуют продвижению и социально-культурному развитию территорий регионов России.

Заключение

При разработке бренда акцент делается на оригинальность, неповторимость, сложность копирования бренда территории. Это дает нам право рассматривать региональный культурный бренд в контексте позиционирования территории не столько с экономической точки зрения, сколько с его социально-культурной значимости. Так, в России в качестве культурного бренда выступают достопримечательные места, памятники, ансамбли и сами города с исторически сложившимся прошлым. В результате анализа брендирования известных территорий России замечена тенденция активизации внимания на богатом историко-культурном наследии. Практика брендирования территорий осуществляется исключительно посредством создания визуальных образов, таких как слоган и логотип города и региона.

Культурный бренд не может быть создан, эффективно и успешно сконструирован без учета имеющегося культурного достояния местности. В целом отечественная и зарубежная практика может быть основанием для разработки регионального брендирования территорий как способа их продвижения и социально-культурного развития.

Список литературы

1. Калашникова Н.Н., Зубов С.В. Бренд территории как приоритетное направление развития // Мировое социокультурное пространство: проблемы и перспективы развития: V Международная научно-практическая конференция (26 декабря 2014 г.). Белгород: Изд-во БГИИК, 2015. С. 191–194.

2. Стрельцов Д., Сильницкий А. Политика Японии по продвижению национального и региональных брендов // Корпоративная имиджелогия. 2008. № 1 (2). С. 20.

3. Гусева О. Брэндинг. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 263 с.

4. Anholt S. Nation-brands of the twenty-first century. Journal of Brand Management. 2012. № 5. P. 395–406.

5. Культура и пространство. Историко-культурные бренды территорий, регионов и мест / Под ред. В.К. Мальковой, В.А. Тишкова. М.: ИЭА РАН, 2010. 182 с.

6. Запесоцкий Ю.А. Символическая сущность бренда в современной культуре. СПБ.: СПБГУП, 2009. 176 с.

7. Калашникова Н.Н., Посохова Н.В., Мирошниченко Е.В. Формирование социокультурного кластера на территории Белгородской области // Европейский журнал социальных наук. 2017. № 6. С. 515–520.

8. Зеркаль Д.А. Формирование бренда территории как ресурс развития муниципального образования // Без темы. 2009. № 2 (12). С. 54–57.

9. Распоряжение Губернатора Белгородской области от 23 мая 2013 г. № 235 – р «О Концепции брендирования территорий в Белгородской области» [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru (дата обращения: 25.08.2019).

10. Жаркова Л.С. Культурно-досуговая деятельность: теория, практика и методика научных исследований. М.: МГУК, 2017. 110 с.

11. Постановление администрации Петровского муниципального района от 4 декабря 2015 г. № 1000 – П «О разработке концепции брендирования Петровского муниципального района Саратовской области» [Электронный ресурс]. URL: http://municipal.garant.ru (дата обращения: 25.08.19).

12. Панкрухин А.П. Маркетинг территорий. СПб.: Питер, 2006. 416 с.

13. Olins W. Branding the nation – the historical contex. Journal of Brand Management. 2012. № 9. P. 241–248.