ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 10 2013
Часть 5

Научный журнал

Электронная версия
www.fr.rae.ru
12 выпусков в год
Импакт фактор
РИНЦ – 0,187

Журнал включен в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812-7339

Учредитель – Академия Естествознания
123557, Москва,
ул. Пресненский вал, 28
Свидетельство о регистрации
ПИ №77-15598
ISSN 1812-7339

АДРЕС РЕДАКЦИИ
440026, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3
Тел/Факс редакции 8 (8452)-47-76-77
e-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать 03.09.2013

Формат 60x90 1/8
Типография
ИД «Академия Естествознания»
440000, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор
Кулакова Г.А.
Корректор
Песчаскина Ю.А.

Усл. печ. л. 28,23.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2013/10
Подписной индекс
33297

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
д.м.н., профессор Ледванов М.Ю.
д.м.н., профессор Курзанов А.Н.
д.ф.-м.н., профессор Бичурин М.И.
д.б.н., профессор Юров Ю.Б.
д.б.н., профессор Ворсанова С.Г.
к.ф.-м.н., доцент Меглинский И.В.

Директор
к.м.н. Стукова Н.Ю.

Ответственный секретарь
к.м.н. Бизенкова М.Н.

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Медицинские науки

д.м.н., профессор Бессмельцев С.С. (Санкт-Петербург)
д.м.н., профессор Гальцева Г.В. (Новороссийск)
д.м.н., профессор Гладилин Г.П. (Саратов)
д.м.н., профессор Горькова А.В. (Саратов)
д.м.н., профессор Каде А.Х. (Краснодар)
д.м.н., профессор Казимирова Н.Е. (Саратов)
д.м.н., профессор Ломов Ю.М. (Ростов-на-Дону)
д.м.н., профессор Лямина Н.П. (Саратов)
д.м.н., профессор Максимов В.Ю. (Саратов)
д.м.н., профессор Молдавская А.А. (Астрахань)
д.м.н., профессор Пятакович Ф.А. (Белгород)
д.м.н., профессор Редько А.Н. (Краснодар)
д.м.н., профессор Романцов М.Г. (Санкт-Петербург)
д.м.н., профессор Румш Л.Д. (Москва)
д.б.н., профессор Сентябрев Н.Н. (Волгоград)
д.фарм.н., профессор Степанова Э.Ф. (Пятигорск)
д.м.н., профессор Терентьев А.А. (Москва)
д.м.н., профессор Хадарцев А.А. (Тула)
д.м.н., профессор Чалык Ю.В. (Саратов)
д.м.н., профессор Шейх-Заде Ю.Р. (Краснодар)
д.м.н., профессор Щуковский В.В. (Саратов)
д.м.н., Ярославцев А.С. (Астрахань)

Педагогические науки

к.п.н. Арутюнян Т.Г. (Красноярск)
д.п.н., профессор Голубева Г.Н. (Набережные Челны)
д.п.н., профессор Завьялов А.И. (Красноярск)
д.филос.н., профессор Замогильный С.И. (Энгельс)
д.п.н., профессор Ильмушкин Г.М. (Димитровград)
д.п.н., профессор Кирьякова А.В. (Оренбург)
д.п.н., профессор Кузнецов А.С. (Набережные Челны)
д.п.н., профессор Литвинова Т.Н. (Краснодар)
д.п.н., доцент Лукьянова М. И. (Ульяновск)
д.п.н., профессор Марков К.К. (Красноярск)
д.п.н., профессор Стефановская Т.А. (Иркутск)
д.п.н., профессор Тутолмин А.В. (Глазов)

Химические науки

д.х.н., профессор Брайнина Х.З. (Екатеринбург)
д.х.н., профессор Дубоносов А.Д. (Ростов-на-Дону)
д.х.н., профессор Полещук О.Х. (Томск)

Технические науки

д.т.н., профессор Антонов А.В. (Обнинск)
д.т.н., профессор Арютов Б.А. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Бичурин М.И. (Великий Новгород)
д.т.н., профессор Бошенятов Б.В. (Москва)
д.т.н., профессор Важенин А.Н. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Гилёв А.В. (Красноярск)
д.т.н., профессор Гоц А.Н. (Владимир)
д.т.н., профессор Грызлов В.С. (Череповец)
д.т.н., профессор Захарченко В.Д. (Волгоград)
д.т.н., профессор Кирьянов Б.Ф. (Великий Новгород)
д.т.н., профессор Клевцов Г.В. (Оренбург)
д.т.н., профессор Корячкина С.Я. (Орел)
д.т.н., профессор Косинцев В.И. (Томск)
д.т.н., профессор Литвинова Е.В. (Орел)
д.т.н., доцент Лубенцов В.Ф. (Ульяновск)
д.т.н., ст. науч. сотрудник Мишин В.М. (Пятигорск)
д.т.н., профессор Мухопад Ю.Ф. (Иркутск)
д.т.н., профессор Нестеров В.Л. (Екатеринбург)
д.т.н., профессор Пачурин Г.В. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Пен Р.З. (Красноярск)
д.т.н., профессор Попов Ф.А. (Бийск)
д.т.н., профессор Пындак В.И. (Волгоград)
д.т.н., профессор Рассветалов Л.А. (Великий Новгород)
д.т.н., профессор Салихов М.Г. (Йошкар-Ола)
д.т.н., профессор Сечин А.И. (Томск)

Геолого-минералогические науки

д.г.-м.н., профессор Лебедев В.И. (Кызыл)

Искусствоведение

д. искусствоведения Казанцева Л.П. (Астрахань)

Филологические науки

д.филол.н., профессор Гаджиахмедов Н.Э. (Дагестан)

Физико-математические науки

д.ф-м.н., профессор Криштоп В.В. (Хабаровск)

Экономические науки

д.э.н., профессор Безрукова Т.Л. (Воронеж)
д.э.н., профессор Зарецкий А.Д. (Краснодар)
д.э.н., профессор Князева Е.Г. (Екатеринбург)
д.э.н., профессор Куликов Н.И. (Тамбов)
д.э.н., профессор Савин К.Н. (Тамбов)
д.э.н., профессор Щукин О.С. (Воронеж)

Иностранные члены редакционной коллегии

Asgarov S. (Azerbaijan)
Alakbarov M. (Azerbaijan)
Babayev N. (Uzbekistan)
Chiladze G. (Georgia)
Datskovsky I. (Israel)
Garbuz I. (Moldova)
Gleizer S. (Germany)
Ershina A. (Kazakhstan)
Kobzev D. (Switzerland)
Ktshanyan M. (Armenia)
Lande D. (Ukraine)
Makats V. (Ukraine)
Miletic L. (Serbia)
Moskovkin V. (Ukraine)
Murzagaliyeva A. (Kazakhstan)
Novikov A. (Ukraine)
Rahimov R. (Uzbekistan)
Romanchuk A. (Ukraine)
Shamshiev B. (Kyrgyzstan)
Usheva M. (Bulgaria)
Vasileva M. (Bulgaria)

ИД «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» 2013

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE FUNDAMENTAL RESEARCHES

№ 10 2013
Part 5
Scientific journal

The journal is based in 2003

The electronic version takes place on a site www.fr.rae.ru
12 issues a year

EDITORS-IN-CHIEF

Ledvanov M.Yu. *Russian Academy of Natural History (Moscow, Russian Federation)*
Kurzanov A.N. *Kuban' Medical Academy (Krasnodar Russian Federation)*
Bichurin M.I. *Novgorodskij Gosudarstvennyj Universitet (Nizhni Novgorod, Russian Federation)*
Yurov Y.B. *Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet (Moscow, Russian Federation)*
Vorsanova S.G. *Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet (Moscow, Russian Federation)*
Meglinskiy I.V. *University of Otago, Dunedin (New Zealand)*

Senior Director and Publisher
Bizenkova M.N.

THE PUBLISHING HOUSE
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

EDITORIAL BOARD

Medical sciences

Bessmeltsev S.S. (St. Petersburg)
Galtsev G.V. (Novorossiysk)
Gladilin G.P. (Saratov)
Gorkova A.V. (Saratov)
Cade A.H. (Krasnodar)
Kazimirova N.E. (Saratov)
Lomov Y.M. (Rostov-na-Donu)
Ljamina N.P. (Saratov)
Maksimov V.Y. (Saratov)
Moldavskaia A.A. (Astrakhan)
Pjatakovich F.A. (Belgorod)
Redko A.N. (Krasnodar)
Romantsov M.G. (St. Petersburg)
Rumsh L.D. (Moscow)
Sentjabrev N.N. (Volgograd)
Stepanova E.F. (Pyatigorsk)
Terentev A.A. (Moscow)
Khadartsev A.A. (Tula)
Chalyk J.V. (Saratov)
Shejh-Zade J.R. (Krasnodar)
Shchukovsky V.V. (Saratov)
Yaroslavtsev A.S. (Astrakhan)

Technical sciences

Antonov A.V. (Obninsk)
Aryutov B.A. (Lower Novrogod)
Bichurin M.I. (Veliky Novgorod)
Boshenyatov B.V. (Moscow)
Vazhenin A.N. (Lower Novrogod)
Gilyov A.V. (Krasnoyarsk)
Gotz A.N. (Vladimir)
Gryzlov V.S. (Cherepovets)
Zakharchenko V.D. (Volgograd)
Kiryanov B.F. (Veliky Novgorod)
Klevtsov G.V. (Orenburg)
Koryachkina S.J. (Orel)
Kosintsev V.I. (Tomsk)
Litvinova E.V. (Orel)
Lubentsov V.F. (Ulyanovsk)
Mishin V.M. (Pyatigorsk)
Mukhopad J.F. (Irkutsk)
Nesterov V.L. (Ekaterinburg)
Pachurin G.V. (Lower Novgorod)
Pen R.Z. (Krasnoyarsk)
Popov F.A. (Biysk)
Pyndak V.I. (Volgograd)
Rassvetalov L.A. (Veliky Novgorod)
Salikhov M.G. (Yoshkar-Ola)
Sechin A.I. (Tomsk)

Pedagogical sciences

Arutyunyan T.G. (Krasnoyarsk)
Golubev G.N. (Naberezhnye Chelny)
Zavialov A.I. (Krasnoyarsk)
Zamogilnyj S.I. (Engels)
Ilmushkin G.M. (Dimitrovgrad)
Kirjakova A.V. (Orenburg)
Kuznetsov A.S. (Naberezhnye Chelny)
Litvinova T.N. (Krasnodar)
Lukyanov M.I. (Ulyanovsk)
Markov K.K. (Krasnoyarsk)
Stefanovskaya T.A. (Irkutsk)
Tutolmin A.V. (Glazov)

Art criticism

Kazantseva L.P. (Astrakhan)

Economic sciences

Bezruqova T.L. (Voronezh)
Zaretskij A.D. (Krasnodar)
Knyazeva E.G. (Ekaterinburg)
Kulikov N.I. (Tambov)
Savin K.N. (Tambov)
Shukin O.S. (Voronezh)

Philological sciences

Gadzhiahmedov A.E. (Dagestan)

Chemical sciences

Braynina H.Z. (Ekaterinburg)
Dubonosov A.D. (Rostov-na-Donu)
Poleschuk O.H. (Tomsk)

Geologo-mineralogical sciences

Lebedev V.I. (Kyzyl)

Physical and mathematical sciences

Krishtop V.V. (Khabarovsk)

Foreign members of an editorial board

Asgarov S. (Azerbaijan)
Alakbarov M. (Azerbaijan)
Babayev N. (Uzbekistan)
Chiladze G. (Georgia)
Datskovsky I. (Israel)
Garbuz I. (Moldova)
Gleizer S. (Germany)
Ershina A. (Kazakhstan)
Kobzev D. (Switzerland)
Ktshanyan M. (Armenia)
Lande D. (Ukraine)
Makats V. (Ukraine)
Miletic L. (Serbia)
Moskovkin V. (Ukraine)
Murzagaliyeva A. (Kazakhstan)
Novikov A. (Ukraine)
Rahimov R. (Uzbekistan)
Romanchuk A. (Ukraine)
Shamshiev B. (Kyrgyzstan)
Usheva M. (Bulgaria)
Vasileva M. (Bulgaria)

THE PUBLISHING HOUSE
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДНО-НАПОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЖЕКТОРА С ТАНГЕЦИАЛЬНЫМ ПОДВОДОМ ПАССИВНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ АЭС С ВВЭР

Блинков В.Н., Мелихов В.И., Мелихов О.И., Парфенов Ю.В., Никонов С.М., Емельянов Д.А., Елкин И.В., Трубкин Е.И. *949*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВЫБОРА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРЫЛА МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Горбунов А.А., Припадчев А.Д. *953*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Городилов А.Ю. *958*

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УТИЛИЗАЦИИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ВО ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ

Горячева А.А., Дярькин Р.А. *963*

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ

Давыдовский А.Г., Ел-Грейд М., Яшин К.Д., Осипович В.С., Пилиневич Л.П., Гедранович Ю.А. *968*

РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРА ТОКА ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРИ ТРЕУГОЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ФАЗ ТОКОПРОВОДОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ 35 КВ

Жантлесова А.Б., Полищук В.И. *973*

ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ БИТОГО ЛЬДА ДВИЖЕНИЮ ПЛОТА В УСЛОВИЯХ ПРОДЛЕННОЙ НАВИГАЦИИ

Злобин А.А., Корпачев В.П., Ушанов С.В. *978*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ НА СЦЕПЛЯЕМОСТЬ СИНТЕТИЧЕСКОГО МИНЕРАЛЬНОГО СПЛАВА С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

Игнатова А.М. *982*

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ТЕХНОЛОГИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ»

Королева Л.А., Подшивалова А.В., Панюшкина О.В. *986*

МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Кревский И.Г., Глотова Т.В., Деев М.В. *991*

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Крыгина А.М. *996*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАССЫ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Медведев Р.Е. *1001*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ МАНЖЕТНЫХ УПЛОТНЕНИЙ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ МИКРОРЕЛЬФА ШЕЙКИ ВАЛА
Мельников П.А., Пахоменко А.Н. *1005*

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСЧЕТА МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АБСОРБЦИИ
Неумоина Н.Г., Белов А.В. *1010*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БВЕ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ФУНКЦИИ EXP(X) НА ПЛИС
Попов С.Д., Опадчий Ю.Ф. *1014*

РЕГИСТРАЦИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В СИЛЬНО РАССЕИВАЮЩИХ СРЕДАХ БЕЗ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ
Потлов А.Ю., Галеб К.И.С., Проскурин С.Г. *1019*

К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ
Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Бедретдинов Р.Ш. *1023*

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВАХ
Шалумов М.А., Шалумов А.С. *1027*

СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ АППАРАТА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ТРАВМ
Яцун С.Ф., Локтионова О.Г., Понедельченко М.С. *1033*

ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ АППАРАТА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ТРАВМ ПРИ ДИСКРЕТНОМ УПРАВЛЕНИИ
Яцун С.Ф., Локтионова О.Г., Понедельченко М.С. *1040*

Физико-математические науки

МОДЕЛИРОВАНИЕ КУПОЛА-СЕПАРАТОРА ПРИ РАЗЛИВЕ НЕФТИ В ШЕЛЬФЕ
Кильдибаева С.Р. *1045*

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ДИСКРЕТИЗАЦИИ КОНВЕКТИВНОГО ПОТОКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ОТСОЕДИНЕННЫХ ВИХРЕЙ
Козелков А.С., Курулин В.В., Тятюшкина Е.С., Пучкова О.Л., Лашкин С.В. *1051*

Химические науки

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ОБЪЕМНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЛЕПЕСТКОВОГО ПСЕВДОБЕМИТА
Бакина О.В., Глазкова Е.А., Сваровская Н.В., Ложкомоев А.С., Лернер М.И., Хоробрая Е.Г., Первиков А.В., Тимофеев С.С. *1059*

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВОЙНЫХ СЛОИСТЫХ ГИДРОКСИДОВ СИСТЕМЫ ZN–CR–NO_3
Гороховский А.В., Никитюк Т.В., Третьяченко Е.В., Тычков Ю.Ю., Сафонов В.В., Азаров А.С. *1063*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННОГО ПАРА ФТОРИДОВ И БРОМИДОВ НЕКОТОРЫХ РЗЭ
Ляшенко С.Е., Супоницкий Ю.Л. *1068*

Биологические науки

МОЩНОСТЬ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА
Бураева Е.А., Малышевский В.С., Нефедов В.С., Тимченко А.А., Горлачев И.А., Семин Л.В., Шиманская Е.И., Триболина А.Н., Кубрин С.П., Гуглев К.А., Толпыгин И.Е., Мартыненко С.В. *1073*

УЛЬТРАСТРУКТУРНОЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ ИЗ ОСТАНКОВ НЕКОТОРЫХ СТАРЫХ ЗАХОРОНЕНИЙ ПОВОЛЖЬЯ
Волкова Е.В., Газимзянов И.Р., Кравцова О.А. *1078*

ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАДПОЧЕЧНИКА КРЫСЫ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИРУРГИЧЕСКИМ ЛАЗЕРОМ НА СРЕДНЕСРОЧНОМ ЭТАПЕ
Кемоклидзе К.Г., Тюмина Н.А. *1084*

КОМПЛЕКСНЫЙ БИОМОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКО-БАЛТИЙСКОГО ВОДОРАЗДЕЛА
Нотов А.А., Мейсурова А.Ф., Дементьева С.М. *1090*

СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ТРАВЯНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ТУВЫ
Самбуу А.Д. *1095*

Экономические науки

ИЗМЕРЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В СИСТЕМЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ТРЕНДОВ
Иманбердиев Б.Д., Касымов С.М., Турабаев Г.К. *1100*

УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
Макарова Ж.А. *1107*

КОНЦЕПЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, АЛГОРИТМОВ, МЕТОДИК И ПРОГРАММ
Парушина Н.В., Сучкова Н.А., Губина О.В. *1112*

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
Туманов К.В., Бутрин А.Г. *1117*

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ОБЪЕКТИВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕРНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЫ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ
Шалбаева А.Р. *1122*

Педагогические науки

ПРОФИЛАКТИКА КИБЕРЭКСТРЕМИЗМА В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ: БАЗОВЫЕ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА
Овчинникова И.Г., Курзаева Л.В., Чусавитина Г.Н. *1131*

Культурология

ОСОБЕННОСТИ ПРОЧТЕНИЯ ТЕКСТА КУЛЬТУРЫ
Симбирцева Н.А. *1136*

Социологические науки

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ СОЦИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖИЛЫХ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ
Кувшинова О.А. *1141*

КОГНИТИВНО-ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ СОЦИАЛЬНОГО ИНСТИТУТА
Кувшинова О.А., Васильева Е.Н. *1145*

Филологические науки

ОБ ИСТОКАХ ФОЛЬКЛОРНОГО ПРАЗДНИКА НОВРУЗ
Бесолова Е.Б., Хурдамиева С.Х. *1149*

Философские науки

ПРОБЛЕМА ПРИНЦИПА ПРЕДЕЛЬНОЙ ПОЛЕЗНОСТИ В ЭКОНОМИКЕ
Трынкин В.В. *1153*

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ *1158*

CONTENTS

Technical sciences

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE HEAD-FLOW RATE CHARACTERISTIC OF THE EJECTOR WITH THE TANGENTIAL INJECTION OF THE SUCTION WATER FOR EMERGENCY CORE COOLING SYSTEM OF THE NPP WITH VVER
Blinkov V.N., Melikhov V.I., Melikhov O.I., Parfenov Y.V., Nikonov S.M., Emelyanov D.A., Elkin I.V., Trubkin E.I. *949*

MATHEMATICAL MODEL FOR CAD DESIGNING AND CHOICE ADDITIONAL AERODYNAMIC WING SURFACES FOR MAIN AIRCRAFT
Gorbunov A.A., Pripadchev A.D. *953*

STATEMENT OF THE PROBLEM OF FIELD-PROGRAMMABLE GATE ARRAY DIAGNOSTICS AND EXPLORING THE USE OF GENETIC ALGORITHMS TO SOLVE IT
Gorodilov A.Y. *958*

ECOLOGO-ECONOMICAL EVALUATION OF UTILIZATION OF RUBBER-TECHNICAL WASTE INTO SECONDARY RAW MATERIAL
Goryacheva A.A., Dyarkin R.A. *963*

SOFTWARE FOR CLINICAL MONITORING OF NEUROLOGICAL DISORDERS
Davydovsky A.G., El-Grejd M., Yashin K.D., Osipovich V.S., Pilinevich L.P., Gedranovich Y.A. *968*

DEVELOPMENT OF THE FILTERS OF CURRENT OF SYMMETRIC COMPONENTS AT THE TRIANGULAR ARRANGEMENT OF PHASES OF CURRENT DISTRIBUTORS OF ELECTROINSTALLATION BY VOLTAGE 35KV
Zhantlessova A.B., Polishchuk V.I. *973*

PROCESSING OF EXPERIMENTAL DATA RESISTANCE BROKEN ICE MOVEMENT RAFT IN THE WORKS FLOATING TIMBER EXTENSION OF NAVIGATION
Zlobin A.A., Korpachev V.P., Ushanov S.V. *978*

INVESTIGATION OF FACTORS FOR THERMAL EXPANSION ADHESION SYNTHETIC MINERAL ALLOYS WITH THE METAL REINFORCEMENT
Ignatova A.M. *982*

ONTOLOGICAL MODEL OF THE SUBJECT AREA OF «THE TECHNOLOGY OF CLOTHING»
Koroleva L.A., Podshivalova A.V., Panyushkina O.V. *986*

MODELS OF SUPPORT THE LIFE CYCLE OF CONTINUOUS TRAINING OF SPECIALISTS
Krevskiy I.G., Glotova T.V., Deev M.V. *991*

CONCEPTUAL BASES OF DEVELOPMENT AND TRANSFORMATION OF COMPETITIVENESS OF ORGANIZATIONAL TERRITORIAL-REPRODUCTION SYSTEMS IN CONSTRUCTION
Krygina A.M. *996*

MODELING OF INDIVIDUAL ROUTES LEARNING OF MATERIAL BASED ON THE KNOWLEDGE BASE OF DISTANCE LEARNING SYSTEM
Medvedev R.E. *1001*

IMPROVING THE RELIABILITY OF LIP SEALS
BY OPTIMIZING OF SHAFT JOURNAL MICRORELIEF
Melnikov P.A., Pakhomenko A.N. *1005*

GROUND OF KINETIC METHOD OF CALCULATION
TO MULTICOMPONENT ISOTHERMAL ABSORPTION
Neumoina N.G., Belov A.V. *1010*

APPLICATION OF THE FEE METHOD
TO CALCULATE EXP(X) FUNCTION ON FPGA
Popov S.D., Opadchiy Y.F. *1014*

INHOMOGENEITY DETECTION WITHOUT INVERSE
PROBLEM SOLUTION IN TURBID MEDIA
Potlov A.Y., Ghaleb K.E.S., Proskurin S.G. *1019*

GO TO SAFETY OF POWER TRANSFORMERS
Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Bedretdinov R.S. *1023*

FUNDAMENTAL BASES OF MODELLING OF THERMAL PROCESSES
IN RADIO-ELECTRONIC MEANS
Shalumov M.A., Shalumov A.S. *1027*

SYNTHESIS OF PARAMETERS OF THE DEVICE FOR THE REHABILITATION
OF THE LOWER EXTREMITIES OF A PERSON AFTER INJURIES
Jatsun S.F., Loktionova O.G., Ponedelchenko M.S. *1033*

THE DYNAMIC FEATURES OF THE MOTION OF THE DEVICE
FOR THE REHABILITATION OF THE LOWER EXTREMITIES
OF A PERSON AFTER TRAUMAS AT DISCRETE CONTROL
Jatsun S.F., Loktionova O.G., Ponedelchenko M.S. *1040*

Physical and mathematical sciences

MODELING DOME-SEPARATORS FOR OIL SPILLS ON THE SHELF
Kildibaeva S.R. *1045*

CONVECTIVE FLUX DISCRETIZATION SCHEMES FOR DETACHED EDDY
SIMULATIONS OF VISCOUS INCOMPRESSIBLE TURBULENT FLOW
Kozelkov A.S., Kurulin V.V., Tyatyushkina E.S., Puchkova O.L., Lashkin S.V. *1051*

Chemical sciences

DEVELOPMENT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY RESEARCH
OF 3D-NANOSTRUCTURED ADSORBENTS BASED
ON PSEUDOBOEHMITE NANOPETALS
Bakina O.V., Glazkova E.A., Svarovskaya N.V., Lozhkomoev A.S., Lerner M.I.,
Chorobraya E.G., Pervikov A.V., Timofeev S.S. *1059*

TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDES
OF THE ZN–CR–NO_3 SYSTEM
Gorokhovskii A.V., Nikityuk T.V., Tretyachenko E.V., Tychkov Y.Y.,
Safonov V.V., Azarov A.S. *1063*

COMPARATIVE ANALYSIS FOR SATURATED VAPOUR PRESSURE
OF RARE EARTH FLUORIDES AND BROMIDES
Lyashenko S.E., Suponitskiy Y.L. *1068*

Biological sciences

EQUIVALENT DOSE OF GAMMA RADIATION AT NATURAL AND URBAN AREAS OF THE NORTH CAUCASUS
Buraeva E.A., Malyshevsky V.S., Nefedov V.C., Timchenko A.A., Gorlachev I.A., Semin L.V., Shimanskaya E.I., Tribolina A.N., Kubrin S.P., Guglev K.A., Tolpygin I.E., Martynenko S.V. *1073*

ULTRASTRUCTURAL AND HISTOCHEMICAL RESEARCH OF BONE TISSUE FROM REMAINS OF SEVERAL ANCIENT SEPULTURES OF THE VOLGA REGION
Volkova E.V., Gazimzyanov I.R., Kravtsova O.A. *1078*

HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RAT ADRENAL GLAND AFTER SURGICAL LASER IMPACT AT MIDPOINT STAGE
Kemoklidze K.G., Tiumina N.A. *1084*

COMPREHENSIVE BIOMONITORING OF NATURAL ECOSYSTEMS OF THE CENTRAL PART OF THE CASPIAN-BALTIC WATERSHED
Notov A.A., Meysurova A.F., Dementyeva S.M. *1090*

VEGETATION SUCCESSION IN GRASSLANDS OF TUVA
Sambuu A.D. *1095*

Economic sciences

MEASURING OF NATIONAL DEVELOPMENT IS IN SYSTEM OF GLOBAL TRENDS
Imanberdiev B.D., Kasymov S.M., Turabaev G.K. *1100*

MANAGEMENT CONSULTING AS A PROFESSION
Makarova Z.A. *1107*

CONCEPT OF PROFESSIONAL PERSONNEL TRAINING FOR INNOVATION ECONOMY BASED ON ADVANCED INFORMATION AND ANALYTICAL TECHNIQUES, ALGORITHMS, METHODS AND PROGRAMS
Parushina N.V., Suchkova N.A., Gubina O.V. *1112*

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF REALIZATION OF PRODUCTION OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE
Tumanov K.V., Butrin A.G. *1117*

INNOVATION AND MODERNIZATION OF INNOVATION THE OBJECTIVE PREREQUISITES SECTORS OF THE ECONOMY
Shalbaeva A.R. *1122*

Pedagogical sciences

PREVENTION OF CYBER EXTREMISM IN EDUCATION: DECISIONS BASED ON COMPETENCE APPROACH
Ovchinnikova I.G., Kurzaeva L.V., Chusavitina G.N. *1131*

Cultorology

TEXT OF CULTURE READING FEATURES
Simbirtseva N.A. *1136*

Sociological sciences

IMPLEMENTATION OF MECHANISMS FOR THE ELDERLY'S SOCIAL SECURITY OF IN THE FRAMEWORK THE STATE SOCIAL POLICY
Kuvshinova O.A. *1141*

COGNITIVE INSTITUTIONAL APPROACH TO THE STUDY OF SOCIAL INSTITUTE
Kuvshinova O.A., Vasilyeva E.N. *1145*

Philological sciences

SOURCES OF FOLKLORE FESTIVAL NOURUZ /NOVRUZ
Besolova E.B., Khurdamieva S.H. *1149*

Philosophical sciences

THE PROBLEM OF MARGINAL UTILITY IN ECONOMY
Trynkin V.V. *1153*

RULES FOR AUTHORS *1158*

УДК 536.24

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДНО-НАПОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЖЕКТОРА С ТАНГЕЦИАЛЬНЫМ ПОДВОДОМ ПАССИВНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ АЭС С ВВЭР

[1]Блинков В.Н., [1]Мелихов В.И., [1]Мелихов О.И., [1]Парфенов Ю.В., [1]Никонов С.М., [1]Емельянов Д.А., [2]Елкин И.В., [2]Трубкин Е.И.

[1]Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва, e-mail: parfenov@erec.ru;

[2]ОАО «Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности атомных электрических станций», Электрогорск

Статья посвящена экспериментальному исследованию напорно-расходной характеристики эжектора с тангециальным подводом пассивной среды для системы аварийного охлаждения активной зоны АЭС с ВВЭР. Были сконструированы и изготовлены три уменьшенные модели эжектора с тангециальным подводом пассивной среды. Масштаб моделей по отношению к натурному эжектору составляет 1:27,7 (по проходным сечениям). В случае равных расходов инжектируемой пассивной среды модели характеризуются различными значениями скорости пассивной воды в патрубках тангециального подвода. Для характеристики конструкции эжекторов был введен параметр ω_l, равный отношению скорости пассивной среды в тангециальном подводе при требуемом расходе к радиусу приемной камеры. В экспериментах для всех трех моделей эжектора с тангециальным подводом наблюдались режимы предельного расхода. Было установлено, что при увеличении параметра ω_l величина предельного расхода уменьшается.

Ключевые слова: эжектор, тангециальный подвод, АЭС с ВВЭР, САОЗ

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE HEAD-FLOW RATE CHARACTERISTIC OF THE EJECTOR WITH THE TANGENTIAL INJECTION OF THE SUCTION WATER FOR EMERGENCY CORE COOLING SYSTEM OF THE NPP WITH VVER

[1]Blinkov V.N., [1]Melikhov V.I., [1]Melikhov O.I., [1]Parfenov Y.V., [1]Nikonov S.M., [1]Emelyanov D.A., [2]Elkin I.V., [2]Trubkin E.I.

[1]National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, e-mail: parfenov@erec.ru;

[2]Joint Stock Company «Electrogorsk Research and Engineering Center on NPP Safety», Electrogorsk

The experimental investigation of the head-flow characteristic of the ejector with tangential injection of the suction fluid for emergency core cooling system of the NPP with VVER reactor is presented in the paper. Three diminished models of the ejector with tangential injection of the passive fluid were designed and constructed. The scale of the models is 1:27,7 (according to the cross sections). Models are characterized with different values of the fluid velocities in the suction fluid pipeline in the case of the equal suction fluid flow rates. The parameter ω_l equal to the ratio of the design required suction fluid velocity in the tangential injection pipeline to the radius of the inlet chamber was defined for each model. The regime with the flow rate limitation was observed for all three models of the ejector with the tangential injection of the suction fluid. It was observed, that the increasing of the ω_l leads to the decreasing of the limited flow rate.

Keywords: ejector, tangential injection, NPP with VVER

В новых проектах АЭС с водо-водяным энергетическим реактором (ВВЭР) в системе аварийного и планового расхолаживания первого контура планируется использовать агрегат «насос-эжектор», состоящий из насоса высокого давления и водо-водяного эжектора, устанавливаемого на напорной стороне насоса [1]. В аварийных режимах агрегат «насос-эжектор» должен обеспечить отвод остаточного тепловыделения от активной зоны реактора, подавая охлаждающую воду в первый контур при снижении давления ниже 2 МПа. В режиме планового (штатного) расхолаживания реакторной установки агрегат «насос-эжектор» также должен обеспечить подачу воды при снижении давления ниже 2,0 МПа. Кроме того, агрегат планируется использовать для отвода тепла от отработанного топлива, размещенного в бассейне выдержки.

В [2] были представлены результаты расчетно-экспериментального исследования напорно-расходной характеристики конструкции одноступенчатого эжектора в рамках анализа возможности его использования в САОЗ АЭС с ВВЭР. Экспериментальные исследования показали, что снижение давления на выходе из диффузора эжектора сначала вызывает увеличение расхода инжектируемой воды, однако при некотором значении давления достигается предельное значение расхода среды

и дальнейшее уменьшение давления на выходе из диффузора больше не приводит к возрастанию расхода. При этом анализ результатов исследования, выполненный с помощью инженерной методики [3] и с помощью CFD-кода REMIX, указывал на кавитацию как на причину предельного расхода [4].

Дальнейшие исследования были направлены на увеличение предельного расхода перекачиваемой жидкости. Для этого в ОАО «ЭНИЦ» была разработана и испытана двухступенчатая модель эжектора, выполненная в масштабе 1:20 по проходным сечениям к натурному образцу эжектора. Данный вариант конструкции позволил увеличить предельный расход через эжектор, однако рабочий диапазон давлений на расходно-напорной характеристике двухступенчатого эжектора оказался достаточно узким, что затрудняло использование подобного эжектора в САОЗ АЭС с ВВЭР.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований эжектора нового варианта конструкции, которая была модифицирована с целью увеличения предельного расхода при сохранении достаточно широкого диапазона рабочих давлений. Увеличение расхода среды эжектором может достигаться за счет использования дополнительно создаваемых центробежных сил при закрутке потока среды [5]. В ОАО ЭНИЦ при участии специалистов НИУ МЭИ была разработана конструкция эжектора с тангециальным подводом пассивной среды с целью исследования влияния закрутки потока на расходно-напорную характеристику. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования расходно-напорной характеристики эжектора данного варианта конструкции.

Цель работы – экспериментальное исследование расходно-напорной характеристики эжектора с тангециальным подводом пассивной среды для САОЗ АЭС с ВВЭР.

Материал и методы исследования

В Электрогорском научно-исследовательском центре по безопасности атомных электрических станций (ОАО ЭНИЦ) было проведено экспериментальное исследование расходно-напорной характеристики трех уменьшенных моделей эжектора с тангециальным подводом пассивной среды в рамках анализа возможности использования подобного эжектора в САОЗ АЭС с ВВЭР. Масштаб моделей составлял 1:27,7 (по проходным сечениям). На рис. 1 представлена схема проточной части первой модели эжектора с тангециальным подводом пассивной среды, а ее геометрические параметры представлены в таблице. На рис. 2 представлены поперечные разрезы приемной камеры в области подачи пассивной среды для трех моделей эжектора. Модели эжектора отличались лишь конструкцией данного элемента. Диапазон давлений рабочей воды составлял 6,2–7,2 МПа, давление инжектируемой воды 0,14–0,146 МПа, расход рабочей воды ~3,0 кг/с, температура рабочей воды 47–102 °С, температура инжектируемой воды 20–40 °С.

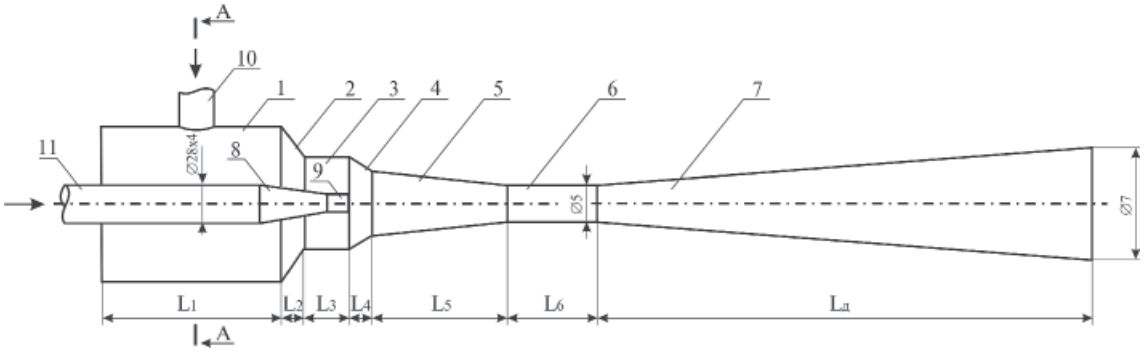


Рис. 1. Общий вид проточной части модели эжектора:
1 – приемная камера; 2, 3 – пассивное сопло (участки 1 и 2); 4, 5, 6 – камера смешения (участки 1, 2 и 3); 7 – диффузор; 8, 9 – рабочее сопло (участки 1 и 2); 10 – подвод пассивной воды; 11 – подвод рабочей среды

При разработке конструкции модели эжектора с тангециальным подводом планировалось достигнуть расход пассивной среды 6 кг/с. При этом с учетом расхода рабочей воды 3 кг/с при пересчете на натурный эжектор суммарный расход через эжектор должен был составить ~ 900 т/ч. Модели эжекторов характеризовались угловой скоростью, которая определялась по соотношению

$$\omega_i = \frac{W_\tau}{R}, \qquad (1)$$

где W_τ – скорость пассивной воды в патрубках тангециального подвода в приемной камере, определяемая по требуемому расходу пассивной воды 6 кг/с; R – внутренний радиус приемной камеры; i – номер модели эжектора. Моделям соответствовали следующие угловые скорости:

- модель № 1 – ω_i = 75 1/с;
- модель № 2 – ω_i = 143 1/с;
- модель № 3 – ω_i = 300 1/с.

Геометрические параметры моделей эжектора
с тангенциальным подводом пассивной воды

Геометрический параметр	Размерность	Приемная камера	Пассивное сопло		Камера смешения			Диффузор	Рабочее сопло	
			1-й участок	2-й участок	1-й участок	2-й участок	3-й участок		1-й участок	2-й участок
Dвход	мм	80	80	40	40	30	15,2	15,2	20	6
Dвыход	мм	80	40	40	30	15,2	15,2	64	6	6
Угол раскрытия	град.	0	126,8	0	54	14	0	10	26	0
Li	мм	166	10	20	9,8	60	50	270	30	10

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 2 представлены экспериментальные расходно-напорные характеристики для различных вариантов конструкции эжектора, полученные в ОАО ЭНИЦ.

Из рис. 3 видно, что для всех вариантов конструкции наблюдаются режимы предельного расхода. По-видимому, это связано с кавитационными процессами в тракте эжектора, возникающими при достижении соответствующего расхода перекачиваемой воды.

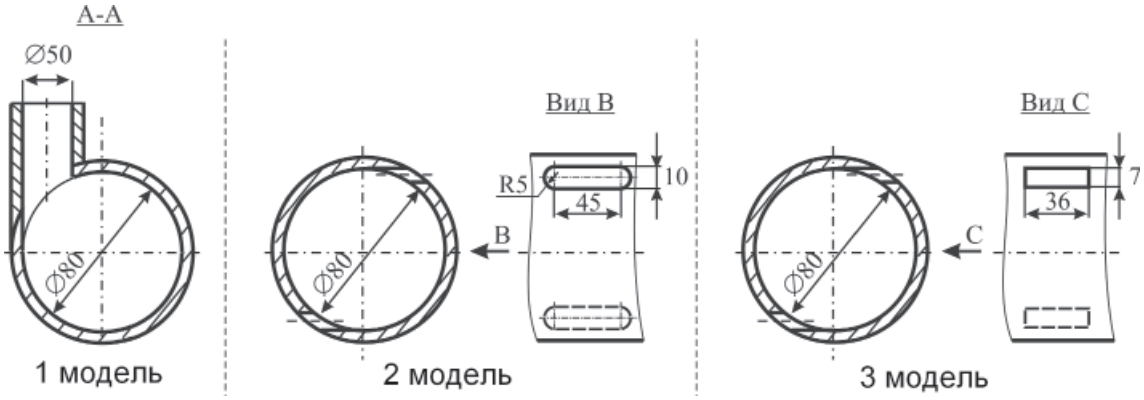


Рис. 2. Поперечный разрез приемной камеры в области подвода пассивной среды для трех моделей эжектора

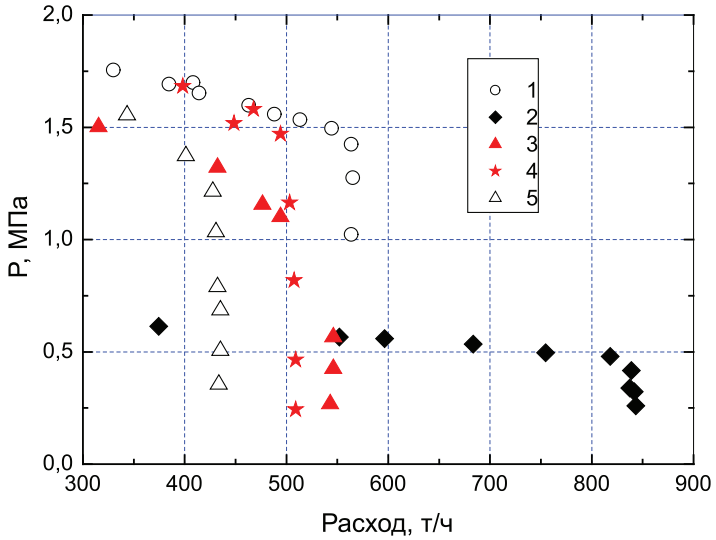


Рис. 3. Зависимость давления на выходе из эжектора от расхода перекачиваемой среды: 1 – одноступенчатый эжектор; 2 – характеристика модели двухступенчатого эжектора в пересчете на натурный эжектор; 3 – модель эжектора с танг. подводом № 1 в пересчете на натурный эжектор; 4 – модель эжектора с танг. подводом № 2 в пересчете на натурный эжектор; 5 – модель эжектора с танг. подводом № 3 пересчете на натурный эжектор

При увеличении параметра ω_i, характеризующего модели эжектора с тангециальным подводом, величина предельного расхода уменьшалась. Предельный расход через эжектор с учетом пересчета на натурный объект для модели № 1 (ω_i = 75 1/с) составил ~ 540 т/ч, для модели № 2 ~ 510 т/ч, а для модели № 3 (ω_i = 300 1/с) ~ 430 т/ч.

Характерные величины давления на выходе из эжектора при расходах, меньших предельного, для модели № 2 (ω_i = 143 1/с) были больше, чем для моделей № 1 и 3.

Величины предельных расходов через модели эжекторов с тангециальным подводом были меньше, чем предельные расходы через одноступенчатый эжектор и модель двухступенчатого эжектора.

Выводы

Выполнено экспериментальное исследование влияния тангециального подвода пассивной среды на напорно-расходную характеристику эжектора.

Сконструированы и изготовлены три уменьшенные модели эжектора с тангециальным подводом пассивной среды. Масштаб моделей по отношению к натурному эжектору составляет 1:27,7 (по проходным сечениям). В случае равных расходов инжектируемой пассивной среды модели характеризуются различными значениями скорости пассивной воды в патрубках тангециального подвода. Для характеристики конструкции эжекторов был введен параметр ω_i, равный отношению скорости пассивной среды в тангециальном подводе при требуемом расходе к радиусу приемной камеры.

В экспериментах для всех трех моделей эжектора с тангециальным подводом наблюдались режимы предельного расхода. Было установлено, что при увеличении параметра ω_i величина предельного расхода уменьшается.

Значения предельного расхода для всех трех моделей эжектора с тангециальным подводом меньше, чем для одноступенчатого эжектора и модели двухступенчатого эжектора.

Работа выполнена при финансировании Российским фондом фундаментальных исследований (проект РФФИ № 11-08-00410-а) и в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы по Госконтракту № 14. B37.21.0151.

Список литературы

1. О новых проектах реакторных установок ВВЭР на современном этапе развития атомной энергетики / С.В. Рыжов, В.А. Мохов, А.К. Подшибякин, И.Г. Щекин, А.Н. Чуркин, В.И. Кржыжановский. А.Е. Четвериков, С.В. Шмелев, О.В. Титов, Д.А. Ануфриев // Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР: 6-я Международная научно-техническую конференция, ОКБ «Гидропресс», Россия. – Подольск, 26–29 Мая, 2009.

2. Расчетно-экспериментальное исследование напорно-расходной характеристики эжектора для системы аварийного охлаждения активной зоны АЭС с ВВЭР / В.Н. Блинков, В.И. Мелихов, О.И. Мелихов, Ю.В. Парфенов, С.М. Никонов, И.В. Елкин, Е.И. Трубкин, С.Е. Якуш // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11 (Ч. 5). – С. 1172–1175.

3. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.

4. Численное моделирование перемешивания потоков с различной концентрацией бора кодом REMIX / О.И. Мелихов, В.И. Мелихов, С.Е. Якуш, А.В. Петросян // Ядерная энергетика. – 2005. – № 3. – С. 47–59.

5. Вихревой эжектор: патент RU 2162968 C2, патентообладатель: Курский государственный технический университет, дата начала действия патента: 22.03.1999.

References

1. S.V. Ruzov, V.A. Mokhov, A.K. Podshibyakin, I.G. Shekin, A.N. Churkin, V.I.Krzizanovskii, A.E. Chetverikov, S.V. Shmelev, O.V. Titov, D.A. Anufriev O novuh proektah reaktornuh ustanovok VVER na sovremennom etape razvitiya atomnoi energrtiki // 6-ya Mezdunarodnaya nauchno-tehnichecskaya konferenciya «Obespechenie bezopasnosti AES s VVER», OKB «Gidropress», Rossiya, Podolsk, 26–29 Maya 2009

2. V.N.Blinkov, V.I. Melikhov, O.I. Melikhov, Y.V. Parfenov, S.M.Nikonov, I.V. Elkin, E.I. Trubkin, S.E.Yakush. Raschetno-experimentalnoe issledovanie naporno-rashodnoi harakteristiki ejectora dlya sistemu avariinogo ohlazdeniya aktivnoi zonu AES s VVER // Fundamentalnue issledovaniya, 2012, no. 11 (chast 5), pp. 1172–1175.

3. Sokolov E.Y., Zinger N.M. Struinue apparatus. Moscow. Energoatomizdat, 1989. 352 p.

4. Melikhov O.I., Melikhov V.I., Yakush S.E., Petrosyan A.V. Chislennoe modelirovanie peremeshivania potokov s razlichnoi koncentraciei bora kodom REMIX // Yadernya energetika. 2005. no. 3. 47–59 pp.

5. Patent RU 2162968 C2 «Vihrevoi ejector», patentoobladatel: Kurskii gosudarstvennui tehnicheskii universitet, data nachala deistviya patenta: 22.03.1999.

Рецензенты:

Гашенко В.А., д.т.н., зам. директора по научной работе, начальник Управления НИР и НИОКР в области водной химии ОАО «Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности атомных электростанций», Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», г. Электрогорск;

Якуш С.Е., д.ф-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории термогазодинамики и горения Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 629.735

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВЫБОРА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРЫЛА МАГИСТРАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Горбунов А.А., Припадчев А.Д.

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: post@mail.osu.ru

В представленной статье сформулирован и обоснован метод автоматизированного проектирования дополнительных аэродинамических поверхностей (ДАП) крыла с использованием разработанной математической модели, доведенной до уровня пакета прикладных программ, по критерию производственных расходов для магистральных воздушных судов (ВС), обеспечивающих максимальную аэродинамическую эффективность для конкретного типа ВС. Разработанная математическая модель отличается от существующих учетом взаимосвязей между характеристиками ВС, выявленными по результатам исследования и оказывающими наибольшее влияние на эффективность ВС с ДАП крыла, к которым относим: конструктивно-геометрические; аэродинамические; энергетические; технологические; массовые; прочностные; режимные характеристики. Предлагаемая методика позволяет реализовать метод по автоматизированному проектированию и определению потребного типа ДАП для конкретного магистрального ВС и дать экономическое обоснование полученного решения.

Ключевые слова: воздушное судно, САПР, дополнительные аэродинамические поверхности (ДАП), математическая модель

MATHEMATICAL MODEL FOR CAD DESIGNING AND CHOICE ADDITIONAL AERODYNAMIC WING SURFACES FOR MAIN AIRCRAFT

Gorbunov A.A., Pripadchev A.D.

Federal government budgetary educational institution of higher education «Orenburg State University» Orenburg, e-mail: post@mail.osu.ru

In presented article formulated and justified method aided design additional aerodynamic wing surfaces using the developed software and mathematical model brought to the level application package by production costs for main aircraft, for maximum aerodynamic efficiency, for the specific type of main aircraft. Mathematical model is different from the existing view of the interactions between the characteristics of the sun, identified by the survey and have the greatest impact on the effectiveness of additional aerodynamic wing surfaces, include: structural and geometric, aerodynamic, energy, technology, mass, strength, performance characteristics. The proposed method allows solving problem of determining the type and designing of required additional aerodynamic surface for, a specific main aircraft and giving economic interpretation solution.

Keywords: main aircraft, CAD, additional aerodynamic surfaces, mathematical model

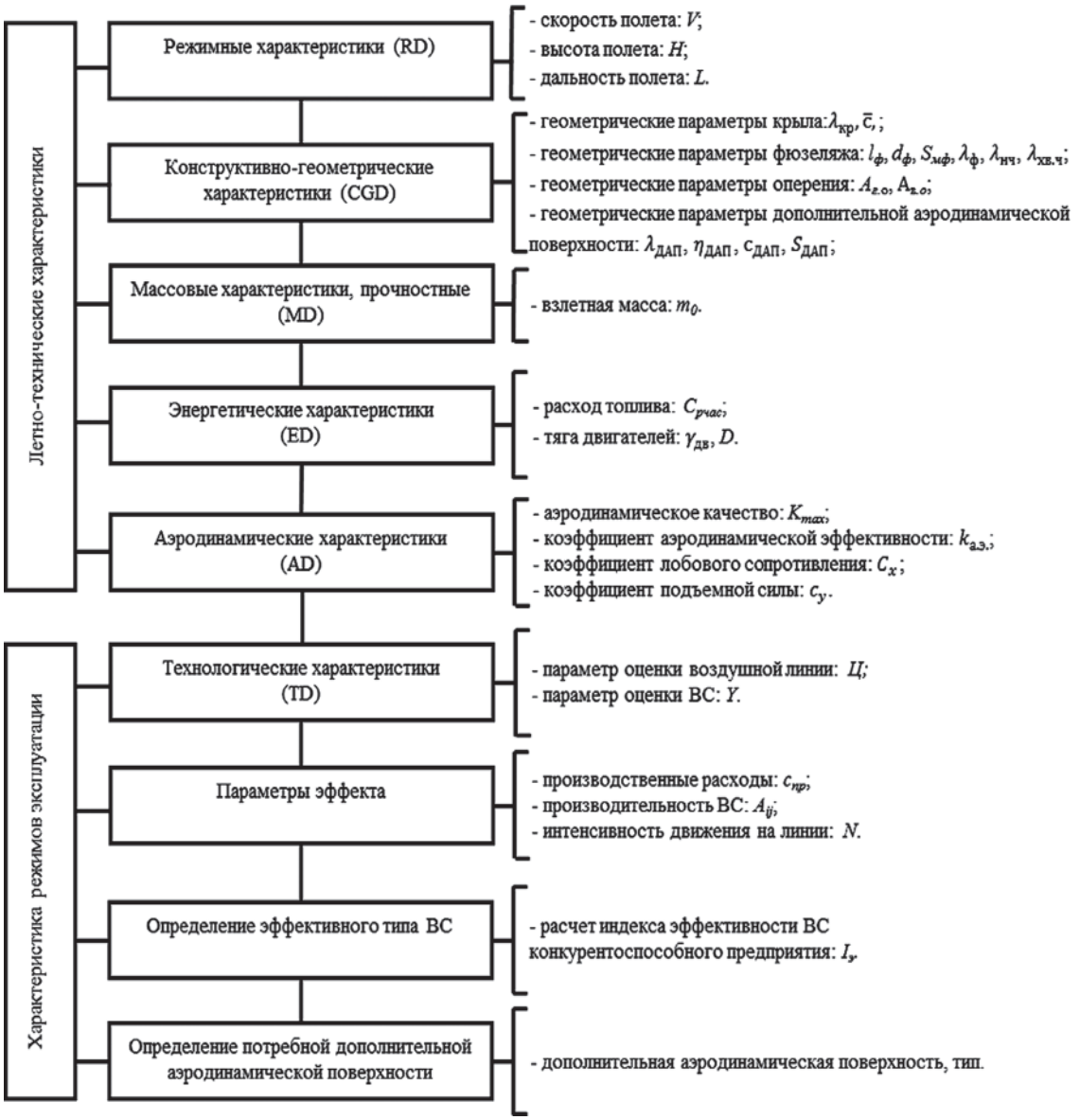
На производство современных воздушных судов (ВС) в настоящее время влияет ряд факторов, обусловленных потребностями как крупных авиакомпаний, так и нужд государства. Эти потребности в конечном счете отражаются в техническом задании на разработку новых ВС. Эффективность проектируемых ВС является наиболее важной характеристикой в современных условиях [4]. Поэтому применение технологий систем автоматизированного проектирования (САПР) при проектировании ВС имеет особое значение, определяющее их конкурентоспособность еще на стадии проектирования, что в значительной степени отражается на конкурентоспособности и востребованности на рынке ВС. Одним из вариантов решения поставленной задачи могут быть дополнительные аэродинамические поверхности (ДАП) крыла [1].

Проектирование ДАП целесообразно проводить с использованием современных компьютерных технологий, а также методов системного анализа и синтеза процесса автоматизированного проектирования, свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2012616409, 2012616878, 2013613814, 2013613910, 1013616240, 2013616242, позволяющих сократить сроки разработки и ввода в эксплуатацию. В настоящее время известно множество конструкций ДАП крыла различных типов, устанавливаемых на магистральные ВС, различающихся геометрическими и аэродинамическими характеристиками, что требует применения средств вычислительной техники для синтеза и принятия необходимого проектного решения с учетом конструктивно-геометрических, энергетических, аэродинамических, режимных, массовых, прочностных

и технологических характеристик, реализуемых системой САПР [2].

В связи с вышесказанным необходимо решить задачу автоматизированного проектирования ДАП крыла, реализацию которой целесообразно проводить с использованием математической модели, позволяющей решить конкретную задачу по проектированию ДАП крыла для магистрального ВС, а также провести выбор необходимого типа ДАП для определенного ВС [3].

Структура математической модели процесса проектирования и выбора ДАП для магистрального ВС в рамках пассажирских перевозок состоит из отдельного множества характеристик (рисунок).



Состав характеристик, учитываемых в математической модели

В основу целевой функции взята общая сумма расходов на все рейсы всех маршрутов при сохранении (увеличении) показателя дохода

$$z = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} c_{npij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min, \qquad (1)$$

где $c_{ij}c_{ij}$ – производственные расходы на i-м маршруте j-го типа; $X_{ij}X_{ij}$ – величина исследования.

В качестве ограничений выступают конструктивно-геометрические, массовые и прочностные, режимные, энергетические и аэродинамические характеристики

$$X_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} 0,71 \le V_{ij} \le 0,9;\ 9,5 \le H_{ij} \le 14;\ 1430 \le L_{ij} \le 15000. \\ 1,7 \le \lambda_{\text{кр}j} \le 4,5;\ 0,2 \le \bar{c}_j \le 0,75;\ 37,1 \le l_{\text{ф}j} \le 58,8; \\ 2,9 \le d_{\text{ф}j} \le 5,64;\ 3,5 \le S_{\text{мф}j} \le 14,13;\ 6 \le \lambda_{\text{ф}j} \le 12,8; \\ 1,2 \le \lambda_{\text{нч}j} \le 2,5;\ 2 \le \lambda_{\text{хв.ч}j} \le 4;\ 0,4 \le A_{\text{го}j} \le 0,55; \\ 0,04 \le A_{\text{во}j} \le 0,12;\ 1,8 \le \lambda_{\text{ДАП}} \le 4,8;\ 1,2 \le \eta_{\text{ДАП}} \le 2,6; \\ 0,07 \le \bar{c}_{\text{ДАП}} \le 0,2;\ 0,02 \le \overline{S_{\text{ДАП}}} \le 0,08. \\ 20,6 \le m_{0ij} \le 560. \\ 8,5 \le k_{\text{а.э}} \le 20;\ 10 \le K_{\text{мах}} \le 25;\ 0,12 \le c_{xi} \le 0,5. \\ 2,2 \le C_{\text{час}j} \le 8;\ 0,1 \le \gamma_{\text{дв}j} \le 0,19;\ 963 \le D_j \le 1900. \end{array} \right\} \quad (2)$$

где V_{ij} – скорость полета, км/ч; H_{ij} – высота полета, км; L_{ij} – дальность полета, км; $\lambda_{\text{кр}j}$ – удлинение крыла; $\bar{c}_j$ – относительная толщина крыла; $l_{\text{ф}j}$ – длина фюзеляжа, м; $d_{\text{ф}j}$ – диаметр фюзеляжа, м; $S_{\text{мф}j}$ – площадь миделевого сечения фюзеляжа, м^2; $\lambda_{\text{ф}j}$ – удлинение фюзеляжа; $\lambda_{\text{нч}j}$ – удлинение носовой части фюзеляжа; $\lambda_{\text{хв.ч}j}$ – удлинение хвостовой части фюзеляжа; $A_{\text{го}j}$ – статический момент горизонтального оперения; $A_{\text{во}j}$ – статический момент вертикального оперения; $\lambda_{\text{ДАП}}$ – удлинение ДАП; $\eta_{\text{ДАП}}$ – сужение ДАП; $\bar{c}_{\text{ДАП}}$ – относительная толщина ДАП; $\overline{S_{\text{ДАП}}}$ – относительная площадь ДАП; m_{0ij} – масса ВС, т; $k_{\text{а.э}}$ – коэффициент аэродинамической эффективности; $K_{\text{мах}}$ – максимальное аэродинамическое качество; c_{xi} – индуктивное сопротивление; $C_{\text{час}j}$ – часовой расход топлива, т/час; $\gamma_{\text{дв}j}$ – удельный вес двигателей.

Переменными служат технологические характеристики

$$\left\{1,8 \cdot 10^6 \le \text{Ц}_{ij} \le 3,7 \cdot 10^6;\ 0 \le c_{\text{пр}ij} \le 1,77 \cdot 10^8;\ 2169,3 \le Y_j \le 15277,8\right\}, \quad (3)$$

где Ц_{ij} – параметр оценки воздушной линии в относительных единицах; Y_j – параметр оценки ВС в относительных единицах; $c_{\text{пр}ij}$ – производственные расходы на i-м маршруте j-го типа.

Показателем эффективности ВС является индекс эффективности ВС. Индекс эффективности ВС представляется необходимым с технологической точки зрения как удобная величина при ее использовании в процессе проектирования ДАП крыла для магистрального ВС. Индекс эффективности ВС является линейной функцией шести характеристик

$$I_{\text{Э}} = RD + CGD + MD + ED + TD + AD, \quad (4)$$

где RD – режимные характеристики

$$RD = k_{\text{вес}i} \cdot \overline{M} + k_{\text{вес}i} \cdot \overline{H}; \quad (5)$$

здесь $k_{\text{вес}i}$ – весовой коэффициент, закрепленный за i-м параметром; $\overline{M}$ – скорость полета в относительных единицах; $\overline{H}$ – высота полета в относительных единицах.

CGD – конструктивно-геометрические характеристики

$$\begin{array}{l} CGD = k_{\text{вес}i} \cdot \overline{l_{\text{кр}}} + k_{\text{вес}i} \cdot \overline{l_{\text{ф}}} + k_{\text{вес}i} \cdot \overline{d_{\text{ф}}} + k_{\text{вес}i} \cdot \overline{\lambda_{\text{ф}}} + k_{\text{вес}i} \cdot \overline{\lambda_{\text{нч}}} + \\ \quad + k_{\text{вес}i} \cdot \overline{l_{\text{ДАП}}} + k_{\text{вес}i} \cdot \bar{\lambda}_{\text{ДАП}} + k_{\text{вес}i} \cdot \overline{\eta_{\text{ДАП}}}, \end{array} \quad (6)$$

где $\overline{l_{\text{кр}}}$ – длина крыла в относительных единицах; $\overline{l_{\text{ф}}}$ – длина фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{d_{\text{ф}}}$ – диаметр фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{\lambda_{\text{ф}}}$ – удлинение фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{\lambda_{\text{нч}}}$ – удлинение носовой части в относительных единицах; $\overline{l_{\text{ДАП}}}$ – удлинение носовой части в относительных единицах; $\overline{\lambda_{\text{ДАП}}}$ – удлинение носовой части в относительных единицах; $\overline{\eta_{\text{ДАП}}}$ – удлинение носовой части в относительных единицах.

MD – массовые характеристики и прочностные

$$MD = k_{\text{весі}} \cdot \overline{m_0} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{m_{\text{пн}}}, \qquad (7)$$

где $\overline{m_0}$ – нормальная взлетная масса ВС в относительных единицах; $\overline{m_{\text{пн}}}$ – масса полезной нагрузки ВС в относительных единицах.

ED – энергетические характеристики

$$ED = k_{\text{весі}} \cdot \overline{C_{\text{час}}} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{m} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{\gamma_{\text{дв}}} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{D}, \qquad (8)$$

где $\overline{C_{\text{час}}}$ – часовой расход топлива в относительных единицах; $\overline{m}$ – степень двухконтурности двигателя в относительных единицах; $\overline{\gamma_{\text{дв}}}$ – удельный вес двигателя в относительных единицах; $\overline{D}$ – максимальный диаметр двигателя в относительных единицах.

TD – технологические характеристики

$$TD = k_{\text{весі}} \cdot \overline{a_{\text{пр}}} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{\text{Ц}} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{Y}, \qquad (9)$$

где $\overline{a_{\text{пр}}}$ – производственные расходы в относительных единицах; $\overline{\text{Ц}}$ – параметр оценки воздушной линии в относительных единицах; $\overline{Y}$ – параметр оценки ВС в относительных единицах.

AD – аэродинамические характеристики

$$AD = k_{\text{весі}} \cdot \overline{k_{\text{а.э}}} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{K_{\text{мах}}} + k_{\text{весі}} \cdot \overline{c_{xi}}, \qquad (10)$$

где $\overline{k_{\text{а.э}}}$ – коэффициент аэродинамической эффективности в относительных единицах [1]; $\overline{K_{\text{мах}}}$ – максимальное аэродинамическое качество в относительных единицах; $\overline{c_{xi}}$ – индуктивное сопротивление ВС с ДАП в относительных единицах.

Все составляющие индекса имеют равные веса, т.к. в противном случае необходимо было бы использовать экспертные оценки. Все параметры прямо связаны с показателем эффективности ВС, в то время как некоторые показатели индекса имеют отрицательную связь с эффективностью ВС.

Для формирования индекса эффективности ВС необходимо привести его к некоторому сопоставимому виду. С этой целью используем метод линейного масштабирования. Его суть состоит в том, чтобы отобразить значение каждого параметра от 0 до 1, сохраняя все пропорции между отдельными значениями. Таким образом, сохраняются все структурные характеристики исходного параметра.

Масштабированное значение вычисляют по формуле

$$x_i^{\text{м}} = \left(x_i - x_{\min}\right) / \left(x_{\max} - x_{\min}\right), \qquad (11)$$

где x_i – наблюдаемая величина; $x_{\min}$ – минимальное значение рассматриваемого параметра; $x_{\max}$ – максимальное значение рассматриваемого параметра.

В том случае, когда непосредственно измеряемый параметр отрицательно связан с эффективностью ВС, применяется обратное линейное масштабирование.

Математическая модель параметрического синтеза устанавливает взаимосвязи множеств РХ, КГХ, МХ, ЭХ, ТХ, АХ – с множеством параметров эффекта выделенных для данного процесса через внутреннюю характеристику ВС, $Э_1$ – экономическую эффективность.

1) производственные расходы – $a_{\text{пр}ij}$;
2) производительность ВС – A_{ij};
3) интенсивность движения на линии – N.

Производственные расходы на один рейс на i-м маршруте ВС j-го типа вычисляют по формуле

$$a_{\text{пр}ij} = a_{ij} + a_{\text{кап.вл}j}, \qquad (12)$$

где a_{ij} – себестоимость перевозок, руб.

Удельный расход топлива, килограмм топлива на один ньютон тяги в час вычисляют по формуле

$$C_{P\text{крейс}} = 0,95\left(\left(0,82/\left(1+0,525\sqrt[3]{m}\right)\right) + M\left(0,494 - 0,0145H\right)\right), \qquad (13)$$

где m – степень двухконтурности двигателя; M – число M полета; H – высота полета, км.

Производительность на i-м маршруте ВС j-го типа с ДАП m вычисляют по формуле

$$A_{ij} = m_{\text{ком}j} / t_{ij}, \qquad (14)$$

где $m_{\text{ком}j}$ – коммерческая нагрузка, соответствующая данной дальности полета; t_{ij} – время полета, ч.

Интенсивность движения на линии в процентах вычисляют по формуле

$$N = 100\left(1 - \left(1/c_{\Delta}\right)\sqrt{\left(1/n-1\right)\sum_{i=1}^{n}\left(c - c_i\right)^2}\right), \qquad (15)$$

где n – количество отобранных ВС; c_i – количество контрольных ВС в i-серии, %; c_{Δ} – среднеарифметическое значение контрольного компонента (ВС).

Аналогичный расчет повторяем для каждого типа ВС на заданном маршруте с различными типами ДАП. В результате получаем индекс эффективности для каждого типа ВС на заданном маршруте с определенной ДАП, полученные результаты позволяют провести выбор потребного типа ДАП для конкретного ВС.

Результаты исследования внедрены на предприятиях ГА РФ и в научно-производственных объединениях, а именно: в ЗАО «КАПО Туполев», ФГУП «Оренбургские авиалинии», ЗАО «Межотраслевой инновационный центр КАИ инжиниринг».

Все вышеизложенное позволяет выделить следующие отличительные особенности рассмотренного метода:

1. Разработанная математическая модель отличается от существующих учетом взаимосвязей между характеристиками ВС, выявленными по результатам исследования и оказывающими наибольшее влияние на эффективность ВС с ДАП крыла, к которым относим: конструктивно-геометрические; аэродинамические; энергетические; технологические; массовые; прочностные; режимные характеристики.

2. Предлагаемая методика с использованием разработанного программного пакета позволяет определить потребный тип ДАП для конкретного типа магистрального ВС.

Работа выполнена в рамках соглашения № 14.132.21.1585 от 01. 10. 2012 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» по направлению «Конструирование летательных аппаратов», по проблеме «Разработка и конструирование дополнительных аэродинамических поверхностей крыла летательного аппарата нового поколения».

Список литературы

1. Аэрокосмическое обозрение: аналитика, комментарии, обзоры. / ООО «Издательская группа «Бедретдинов и Ко». – М.: Издательская группа «Бедретдинов и Ко».– 2008. – № 5. – С. 54–57. – ISSN 1726-8516.

2. Горбунов А.А. Физическая модель дополнительных аэродинамических поверхностей крыла магистрального воздушного судна / А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 1–7.

3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с. ISBN 5-7038-2090-1.

4. Припадчев А.Д. Определение оптимального парка воздушных судов: монография. – М.: Академия Естествознания, 2009. – 246 с.

5. Проектирование самолетов: учебник для вузов / П79 С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др.; под ред. С.М. Егера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2007. – 616 с.

References

1. Ajerokosmicheskoe obozrenie: analitika, kommentarii, obzory / OOO «Izdatel'skaja gruppa «Bedretdinov i Ko». M.: Izdatel'skaja gruppa «Bedretdinov i Ko». 2008. no. 5. pp. 54–57. – ISSN 1726–8516.

2. Gorbunov A.A. Fizicheskaja model' dopolnitel'nyh ajerodinamicheskih poverhnostej kryla magistral'nogo vozdushnogo sudna / A.A. Gorbunov, A.D. Pripadchev // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 6. pp. 1–7.

3. Norenko I.P. aided design basics: ucheb. dlya schools. 2nd ed., Revised. and add. – Moscow: Bauman. N.E Bauman, 2002. 336. ISBN 5-7038-2090-1.

4. Pripadchev A.D. Determination of optimal fleet. Monograph. Moscow: The Akademija Estestvoznanija Sciences, 2009. 246.

5. Proektirovanie samoletov: Uchebnik dlja vuzov / P79 S.M. Eger, V.F. Mishin, N.K. Lisejcev i dr. Pod red. S.M. Egera. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 2007. 616 p.

Рецензенты:

Межуева Л.В., д.т.н., профессор, начальник патентного отдела, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Султанов Н.З., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой систем автоматизации производства, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 004.312+004.023

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Городилов А.Ю.

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, e-mail: gora830@yandex.ru

Для обеспечения надежности цифровых устройств необходимо использовать различные методы повышения отказоустойчивости используемых интегральных схем. Одним из таких методов является рассмотренное в статье использование элементов с избыточным базисом в качестве основы программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Другим методом повышения отказоустойчивости является диагностика и последующая реконфигурация. С целью объединения этих методов в статье ставится задача диагностирования ПЛИС на основе элементов с избыточным базисом. Рассматривается модель однократных константных отказов. Определяется количество возникающих неисправных модификаций, которые должны быть диагностированы. Приведена математическая постановка задачи диагностирования как задачи оптимизации. Для решения задачи предлагается использовать генетические алгоритмы (ГА). Выполнен обзор применения ГА в таких прикладных задачах, как криптография, составление расписаний, тестирование цифровых устройств и так далее. Обзор показал, что ГА могут быть применены в задаче диагностирования, но для эффективного решения важно правильно выбрать способ кодирования особей и параметры алгоритма.

Ключевые слова: программируемые логические интегральные схемы, отказоустойчивость, диагностирование, генетические алгоритмы

STATEMENT OF THE PROBLEM OF FIELD-PROGRAMMABLE GATE ARRAY DIAGNOSTICS AND EXPLORING THE USE OF GENETIC ALGORITHMS TO SOLVE IT

Gorodilov A.Y.

Perm State National Research University, Perm, e-mail: gora830@yandex.ru

To ensure the reliability of digital devices, you must use a variety of methods to improve the fault-tolerance of integrated circuits. One of these methods is the use of elements with redundant basis as the basis of field-programmable gate arrays (FPGA), which is discussed in the article. Another method to improve fault tolerance is the diagnostics and subsequent reconfiguration. In order to combine these methods the article states the problem of the diagnostics of FPGA based on elements with redundant basis. A model of single constant failures is considered. The number of faulty modifications of the circuits, which must to be diagnosed, is determined. A mathematical formulation of the diagnostics problem as an optimization problem is given. To solve the problem we suggest using genetic algorithms (GA). A review of the use of GA in cryptography, scheduling, testing of digital devices and so on have been done. The review shows that GA can be used in diagnostics problems, but for effective solutions it is important to choose a correct method of individuals coding and good algorithm parameters.

Keywords: field-programmable gate array, fault-tolerance, diagnostics, genetic algorithms

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) получили широкое распространение в современных цифровых устройствах, используемых в цифровой обработке сигналов, передаче данных, системах хранения, а также для проектирования и прототипирования интегральных схем специального назначения. Особенностью ПЛИС является то, что логика их работы задается путем программирования, то есть может быть оперативно изменена прямо во время использования устройства. Такая особенность приводит к возможности гибкой настройки схемы для конкретной решаемой задачи за короткий срок.

Отдельно стоит отметить активное применение ПЛИС в аппаратуре специального назначения, которая используется в области космонавтики и управления ответственными промышленными объектами [2]. Для таких областей особую важность имеет надежность устройства, то есть устойчивость к различным сбоям. Одним из подходов к повышению отказоустойчивости ПЛИС является использование в качестве элементной базы функционально-полных толерантных элементов (ФПТЭ) [3]. Их основным свойством является сохранение функциональной полноты при однократных константных отказах, что позволяет по-прежнему использовать их в схеме, даже если такой отказ произошел.

Способность ПЛИС к реконфигурации также может быть использована для повышения отказоустойчивости. В случае отказа логического элемента, расположение логических блоков на схеме может быть изменено таким образом, чтобы вместо отказавшего элемента был задействован резервный. Для такой реконфигурации нужно в первую очередь определить место и вид отказа, то есть решить задачу диагностики.

Постановка задачи диагностирования ПЛИС на базе ФПТЭ

Задача диагностирования заключается в поиске диагностического теста. Разработку тестов будем вести для модели однократных константных отказов функционально-полных толерантных элементов. Каждый ФПТЭ может находиться в одном из 9 состояний [3], включая полностью работоспособное состояние и 8 состояний частичных отказов (по 2 вида отказа на каждый из четырех входов), при которых элемент сохраняет функциональную полноту и может быть частично использован после реконфигурации. Если всего в схеме устройства задействовано N ФПТЭ и одновременно может произойти не более k отказов, то общее количество получаемых неисправных модификаций равно

$$n = C_N^1 \cdot 8 + C_N^2 \cdot 8^2 + \ldots + C_N^k \cdot 8^k.$$

В приведенной формуле первое слагаемое соответствует возникновению одного отказа, второе слагаемое – двух отказов, и так далее. Пусть дано исправное цифровое устройство A_0. Из него, используя заданный класс неисправностей, порождается множество всех неисправных модификаций $A = \{A_1, A_2, ..., A_n\}$, где $A_0 \neq A_i$, $i = 1...n$. Пусть $x = (x(1), x(2), \ldots, x(t))$ – последовательность входных сигналов. Если подать эту последовательность на вход устройства A_i, на выходе мы получим последовательность выходных сигналов $y_i = A_i(x) = (y_i(1), y_i(2), \ldots, y_i(t))$. Диагностическим тестом для заданного устройства называется такая последовательность входных сигналов x, что для любой пары устройств A_i и A_j, $i \neq j$ соответствующие последовательности выходных сигналов y_i и y_j будут различны. Иными словами, по выходной последовательности y можно однозначно определить номер тестируемого устройства i, $y = A_i(x)$, а, следовательно, и саму неисправность.

В соответствии с ГОСТ 27.002-89, одним из комплексных показателей надежности является коэффициент готовности, который представляет собой отношение времени исправной работы к сумме времен исправной работы и вынужденных простоев объекта. При возникновении отказа в ПЛИС время простоя будет определяться временем диагностирования и временем реконфигурации схемы. Таким образом, сократив время диагностирования ПЛИС, можно повысить коэффициент готовности устройства. Время диагностирования, в свою очередь, определяется длиной диагностического теста t.

Резюмируя вышесказанное, можно сформулировать задачу диагностирования ПЛИС следующим образом. Дано: схема устройства на языке описания аппаратных устройств (например, VHDL). Получить: диагностическую последовательность минимальной длины. Таким образом, задача диагностирования может рассматриваться как задача оптимизации. Существуют различные методы построения диагностических последовательностей. Однако современные ПЛИС содержат миллионы транзисторов, и количество различных входных последовательностей для них очень велико. В связи с этим применение точных алгоритмов оказывается невозможно, и на практике применяют различные эвристические подходы.

Для рассмотрения возможности применения генетических алгоритмов (ГА) для решения поставленной задачи и построения наиболее эффективного алгоритма необходимо изучить накопленный опыт применения ГА для решения других задач оптимизации.

Генетические алгоритмы

Генетический алгоритм представляет собой адаптивный поисковый метод, основанный на селекции лучших элементов в популяции. Цель генетических алгоритмов состоит в том, чтобы моделировать естественные эволюционные процессы для эффективного решения оптимизационных задач. Обзор литературы позволяет утверждать, что генетические алгоритмы получили широчайшее применение в задачах науки и техники, успешно используются для решения задач, имеющих важное теоретическое значение и практическую ценность ([11, 9, 4]).

Во многих работах генетические алгоритмы используются как вспомогательный инструмент при построении и обучении нейронных сетей. Причем ГА используются на разных этапах: как для настройки архитектуры нейронной сети, так и на этапе обучения, для настройки весов дуг и других параметров (например, [10]).

Очень широко распространено применение генетических алгоритмов в промышленных задачах, в том числе для разработки интегральных схем и микропроцессорных систем (например, [11]). ГА применяются также в химической промышленности, например, для настройки параметров технологических процессов, а также при проектировании различных технических систем, оптимизации режимов электроэнергетических систем, управления динамическими системами и анализа их поведения, а также на отдельных этапах управления предприятием.

Генетические алгоритмы в задачах криптоанализа

Задача криптоанализа состоит в том, чтобы найти секретный ключ, то есть среди множества всех возможных решений (ключей) необходимо найти оптимальное (ключ, верно расшифровывающий шифртекст). При этом у нас нет четкой математической формулы, которая бы описывала зависимость «оптимальности» ключа от самого ключа. Таким образом, мы имеем дело со слабо формализованной оптимизационной задачей, а именно для такого класса задач генетические алгоритмы зарекомендовали себя с лучшей стороны.

Возможность применения генетических алгоритмов к задачам криптографии рассматривается в работе [6]. Работа имеет во многом реферативный характер. В основном в ней рассмотрены проводимые ранее атаки на исторические схемы шифрования. При этом генетические алгоритмы не оптимизируются под конкретную решаемую задачу, а используются в стандартном виде. Вопросы выбора наиболее оптимального способа кодирования особей, а также выбора удачной функции приспособленности не решаются. Кроме того, не исследуется влияние параметров генетического алгоритма на сходимость и скорость сходимости алгоритмов. Результаты приводимых атак нельзя назвать успешными. Характеристики, показываемые приводимыми алгоритмами, не лучше результатов других известных атак. В книгах [5, 8] рассматривается использование генетических алгоритмов для перестановочных шифров. В этих работах фигурирует несколько интересных идей. Во-первых, стандартная оценка на основе частот заменяется системой подсчета очков. Во-вторых, здесь же высказывается идея, что при помощи генетических алгоритмов можно вычислять не только сам ключ при известной длине, но и длину ключа. По поводу данных работ можно заметить, что криптоанализу подвергался весьма ограниченный набор сообщений. При этом очевидно, что очень сильно учитывались статистические характеристики этих текстов, что ставит под сомнение возможность переноса полученных результатов на другие входные данные. Также к недостаткам можно отнести отсутствие обоснования выбора конкретных операторов генетического алгоритма и фитнесс-функции.

Пример успешного применения ГА в задаче криптоанализа приводится в статье [7]. Авторами разработан и описан генетический алгоритм для поиска секретного ключа блочного перестановочного шифра. Ключом в данном случае является перестановка начального фрагмента натурального ряда. Разработанный алгоритм точно определяет длину секретного ключа и с регулируемой «точностью» находит саму секретную перестановку. Анализ результатов вычислительного эксперимента свидетельствует о возможности почти полного автоматического дешифрования текста.

Генетические алгоритмы в задачах составления расписаний

В наиболее общей формулировке задачи составления расписаний, как правило, состоят в следующем. С помощью некоторого множества ресурсов или обслуживающих устройств должен быть выполнен некоторый фиксированный набор работ (заданий). Цель заключается в том, чтобы при заданных свойствах работ и ресурсов и наложенных на них ограничениях найти эффективный алгоритм упорядочивания работ, оптимизирующий длину расписания (время, за которое будут выполнены все задания) или среднее время пребывания заданий в системе. Задания могут быть либо независимыми, либо формировать граф зависимостей, определяющий отношение частичного порядка на множестве заданий.

Сложность задачи составления расписания заключается в том, что в каждый момент времени мы можем по-разному выбрать задания и назначить их различным процессорам. Таким образом, количество возможных вариантов распределения заданий растет экспоненциально с ростом числа заданий и числа ресурсов, поэтому полный перебор всех вариантов для большого количества заданий на практике неприменим.

Для решения сложных задач составления расписания с большим числом дополнительных условий часто применяются генетические алгоритмы. При этом каждая хромосома кодирует некоторое допустимое расписание. В качестве генов обычно рассматриваются номера эвристик. На сегодняшний день эта идея известна как метод комбинирования эвристик (HCM – Heuristics Combination Method) [1].

Генетические алгоритмы для тестирования цифровых устройств

Существуют различные методы построения тестовых последовательностей. Но для больших цифровых устройств с количеством вентилей в реализации от 5 тысяч, проектирование которых осуществляется в настоящее время, задача построения тестов остаётся открытой. Применение точных методов при таких объёмах входных данных невозможно, поэтому используют различные приближённые алгоритмы.

Для генерации тестов ГА применяются, начиная с середины 90-х годов. В первых работах, где для решения задачи построения тестов использовались ГА, особи представляли собой простые двоичные векторы, а не тестовые последовательности. Функция приспособленности для такой особи рассчитывалась как количество неисправностей, которые мог выявить данный тест. Операции скрещивания и мутации ничем не отличались от канонического ГА. Позднее появились работы, где в качестве особи ГА рассматривалась двоичная матрица, соответствующая входной тестовой последовательности. Такое кодирование на данный момент считается стандартным на логическом уровне представления цифровых устройств.

Необходимость дальнейшего развития идеи применения ГА возникла ввиду наличия общей проблемы данного метода – излишне быстрой сходимости популяций. В результате такой сходимости тестовая последовательность, получаемая ГА, не всегда выявляла все неисправности – часть оставалась не протестированной к моменту завершения работы ГА по лимиту времени. Для решения этой проблемы были разработаны гибридные алгоритмы, в которых на первом этапе работал ГА, а при сходимости популяции происходил переход ко второму этапу, где использовался структурный метод построения тестовой последовательности.

Следующим этапом развития ГА стало появление их параллельных версий. Параллельные реализации ГА в области построения тестов не отличаются принципиально от параллельных реализаций ГА, применяемых для решения других задач – использование мелкоячеистой (параллельное вычисление фитнесс-функции) и крупноячеистой (островная модель) структур. Как правило, для тестирования этих алгоритмов используются слабопараллельные (2-4-х ядерные процессоры) и сильнопараллельные (8 и более ядер) вычислительные системы. Но в последнее время появились данные об использовании технологии CUDA многоядерных графических ускорителей. Хотя в последнем случае возможна лишь мелкоячеистая структура распараллеливания, зато коэффициент ускорения вычислений может быть весьма значительным.

Кроме непосредственного получения тестовых последовательностей, ГА может быть использован для сопутствующих задач, например, для удаления избыточной информации из диагностических словарей.

Заключение

Приведенный выше обзор позволяет утверждать, что генетические алгоритмы получили широчайшее применение в задачах науки и техники, успешно используются для решения задач, имеющих важное теоретическое значение и практическую ценность. При этом очевидно, что качество и эффективность используемых генетических алгоритмов играют главную роль в определении качества и скорости решения конкретной задачи.

Нужно заметить, что решаемые задачи постоянно усложняются, объемы данных, а, следовательно, и объемы вычислений, постоянно растут. Это требует усовершенствования подходов и методов, используемых при решении задач.

Принимая во внимание положительный опыт применения генетических алгоритмов для тестирования цифровых устройств, представляется оправданным построение генетического алгоритма для задачи диагностирования ПЛИС на базе функционально-полных толерантных элементов. При этом приведенный обзор позволяет сделать вывод, что на эффективность ГА существенное влияние оказывает правильный выбор способа кодирования особей, а также правильный выбор параметров. Таким образом, при разработке ГА диагностирования ПЛИС необходимо первоочередное внимание уделить выбору способа кодирования, который бы позволил применять стандартные генетические операторы, а также полноценно исследовать эффективность алгоритма при различных значениях параметров с тем, чтобы выбрать наиболее подходящие для конкретной задачи.

Список литературы

1. Норенков И.П. Генетические алгоритмы решения проектных и логистических задач // Информационные технологии. –2000. –№ 9.

2. Попович А. Перспективная платформа для построения бортовых вычислительно-управляющих систем // Компоненты и технологии. – 2008. –№ 8. – С. 168–170.

3. Тюрин С.Ф. Функционально-полные толерантные булевы функции // Наука и технология в России. – 1998. – № 4.

4. Aarts E., Lenstra J.K. Local Search in Combinatorial Optimization. – Princeton University Press, 2003.

5. Clark A., Dawson E. Optimization Heuristics for the Automated Cryptanalysis Classical Cipher // JCMMCC. –1998.

6. Delman B. Genetic Algorithms in Cryptography // A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Computer Engineering. – New York, 2004.

7. Gorodilov A., Morozenko V. Genetic Algorithm for Finding the Key's Length and Cryptanalysis of the Permutation Cipher // Information Theories and Applications. – 2008. – Vol.15, № 1 –P. 94–99

8. Mathews R. The Use of Genetic Algorithms in Cryptanalysis // Cryptologia. – 1993. Vol. 17, № 2. – P. 187–201

9. Michalewicz Z. How to Solve It: Modern Heuristics. – Springer, 2004. – 554 p.

10. Yamamichi T., Saito T., Torikai H. A GA-based fault-containment learning algorithm for binary neural networks // Proc. of NOLTA. – 2004. – P. 697–700.

11. Zebulum R.S., Pacheco M.A.C., Vellasco M.M.B.R. Evolutionary Electronics: Automatic Design of Electronic Circuits and Systems by Genetic Algorithms. – Boca Raton, London: CRC Press, 2002. – 300 p.

References

1. Norenkov I. P. Geneticheskie algoritmy reshenija proektnyh i logisticheskih zadach, *Informacionnye tehnologii*, 2000, no. 9.

2. Popovich A. Perspektivnaja platforma dlja postroenija bortovyh vychislitel'no-upravljajushhih system, *Komponenty i tehnologii*, 2008, no.8, pp. 168–170.

3. Tyurin S.F. Funkcional'no-polnye tolerantnye bulevy funkcii, *Nauka i tehnologija v Rossii*, 1998, no. 4.

4. Aarts E., Lenstra J.K. *Local Search in Combinatorial Optimization*. Princeton University Press, 2003.

5. Clark A., Dawson E. *Optimization Heuristics for the Automated Cryptanalysis Classical Ciphers*. JCMMCC, 1998.

6. Delman B. *Genetic Algorithms in Cryptography*. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Computer Engineering, New York, 2004.

7. Gorodilov A., Morozenko V. Genetic Algorithm for Finding the Key's Length and Cryptanalysis of the Permutation Cipher, *Information Theories and Applications*, 2008, vol. 15, no. 1, pp. 94–99

8. Mathews R. The Use of Genetic Algorithms in Cryptanalysis, *Cryptologia*, 1993, Vol. 17, no. 2, pp. 187–201.

9. Michalewicz Z. *How to Solve It: Modern Heuristics*. Springer, 2004, 554 p.

10. Yamamichi T., Saito T., Torikai H. A GA-based fault-containment learning algorithm for binary neural networks, *Proc. of NOLTA*, 2004, pp. 697–700.

11. Zebulum R.S., Pacheco M.A.C., Vellasco M.M.B.R. *Evolutionary Electronics: Automatic Design of Electronic Circuits and Systems by Genetic Algorithms*. Boca Raton, London, CRC Press, 2002, 300 p.

Рецензенты:

Южаков А.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Русаков С.В., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и информатики, ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК [502+33]:691.17

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УТИЛИЗАЦИИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ВО ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ

Горячева А.А., Дярькин Р.А.

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, e-mail: penza-ruslan@mail.ru

Подавляющее воздействие на степень переработки и утилизации резинотехнических отходов оказывает высокая обеспеченность промышленности России углеводородным сырьем. Ежегодный прирост резинотехнических отходов увеличивает объемы их утилизации путем сжигания, что наносит вред здоровью населения и окружающей среде. Предложена эффективная схема сбора резинотехнических отходов, способствующая работе органов местного самоуправления в привлечении инвестиций со стороны заинтересованных инвесторов, юридических или физических лиц. Выполнено математическое и компьютерное моделирование утилизации резинотехнических отходов во вторичное материальное сырье, позволяющее усовершенствовать эколого-экономическое развитие предприятий-переработчиков. Реализация предлагаемых направлений позволяет решить не только экологическую задачу утилизации резинотехнических отходов, но также расширить сырьевую базу строительных изделий и материалов. К этому следует добавить высокий экономический эффект от создания рабочих мест до развития индивидуального и городского строительства.

Ключевые слова: сбор и утилизация резинотехнических отходов, математическое и компьютерное моделирование

ECOLOGO-ECONOMICAL EVALUATION OF UTILIZATION OF RUBBER-TECHNICAL WASTE INTO SECONDARY RAW MATERIAL

Goryacheva A.A., Dyarkin R.A.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: penza-ruslan@mail.ru

The overwhelming impact on the degree of processing and recycling of rubber-technical waste, provide high security industry in Russia hydrocarbon feedstock. Annual growth of the rubber-technical waste increases the volume disposal by incineration, harming the health of population and environment. Propose the effective scheme of collecting rubber-technical waste, of promoting the work of local authorities in attracting investments from interested investors, legal entities or physical persons. Completed mathematical and computer modeling utilization of rubber-technical waste into secondary raw, allowing to improve the ecological and economic development enterprise-recycling. Implementation of the proposed areas enables us not only to solve the environmental problem of recycling of rubber waste, as well as expand its resource base of building products and materials. Added to this is a high economic effect from creation of workplaces to the development of the individual and urban construction.

Keywords: collection and recycling of rubber-technical waste, mathematical and computer modeling

Утилизация резинотехнических отходов (РТО) – это многочисленные физические и химические методы деструкции отработавшего изделия во вторичное материальное сырье. Механическая переработка позволяет сохранить физико-химическую целостность РТО и тем самым максимально результативно осуществить их рециклинг [2]. Для увеличения эколого-экономической эффективности и качества оценки рециклинга резинотехнических отходов необходимо применение математического моделирования [4].

На сегодняшний день наблюдается рост негативного воздействия объектов экономики на окружающую среду и жизнедеятельность населения урбанизированных территорий. В связи с этим актуальным является совершенствование региональной политики, предусматривающей тесное взаимодействие экономики и экологии. Переработка различных видов техногенных отходов ведется во всех развитых странах мира и представляет собой последовательный процесс, предусматривающий анализ и оценку образования отходов и способы их утилизации. Технологии утилизации отходов оцениваются исходя из эколого-экономической эффективности, интерес к которой возникает как со стороны органов местного самоуправления, так и со стороны отходоперерабатывающих предприятий и потребителей продуктов переработки техногенных отходов [5].

Одними из наиболее опасных техногенных отходов для окружающей среды и здоровья населения являются резинотехнические отходы (РТО), негативное воздействие которых, главным образом, проявляется в виде несанкционированного сжигания с выделением выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, захламления территорий муниципалитетов, свалок, водоохранных зон и т.д. Однако в состав большинства резинотехнических отходов входят различные материалы, такие как каучук, лом легированной стали, текстиль и кожа, применение которых после переработки возможно в промышленности строительных изделий, что позволит увеличить

использование вторичного материального сырья и уменьшить потребление природных ресурсов [3].

Сбор и временное накопление РТО на урбанизированных территориях должны осуществляться исходя из следующих основных аспектов: численности проживаемого населения; наличия постоянного транспортного сообщения и удаленности от других населенных пунктов [1]. Мероприятия, проводимые в рамках временного накопления РТО, должны включать в себя:

– сбор резинотехнических отходов от хозяйствующих субъектов, объектов инфраструктуры и населения многоквартирных жилых домов и в местах временного накопления отходов, обустроенных

а) контейнерами емкостью от 10 до 15 м^3;

б) бункерами закрытого типа емкостью от 10 м^3 до 15 м^3;

в) спецплощадками временного накопления РТО;

– сбор резинотехнических отходов от населения частного жилищного фонда с использованием безконтейнерного сбора или позвонковой системы;

– сбор резинотехнических отходов от объектов инфраструктуры и хозяйствующих субъектов:

а) в местах сбора, расположенных на территории объекта инфраструктуры хозяйствующего субъекта;

б) в местах сбора, расположенных рядом при наличии заключенного договора на сбор и вывоз РТО с владельцем места сбора отходов;

– сбор резинотехнических отходов, образующихся в садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан и гаражно-строительных кооперативах:

а) в местах сбора отходов, расположенных на их территории;

б) в местах сбора отходов, расположенных рядом с территорией при наличии заключенного договора на сбор и вывоз отходов с владельцем места сбора РТО;

– транспортирование резинотехнических отходов, которое осуществляется на универсальные полигоны отходов напрямую или через мусороперегрузочные станции, если это экономически выгодно для муниципалитетов;

– сортировку и ликвидацию резинотехнических отходов на универсальных полигонах отходов или на предприятиях полной линии утилизации РТО в конечные продукты [1].

Универсальный полигон отходов необходим для каждого крупного населенного пункта. Все универсальные полигоны отходов должны носить статус межмуниципальных объектов размещения отходов.

Организация сбора и утилизации резинотехнических отходов на урбанизированных территориях субъектов Российской Федерации включает в себя комплекс мероприятий: подбор клининговых компаний, введение дифференцированных ставок оплаты финансовых средств за сдачу отходов хозяйствующими субъектами и частным сектором, подбор участков для размещения специальных площадок и контейнеров сбора резинотехнических отходов и т.п. Проведение названных мероприятий должно возлагаться на органы местного самоуправления законодательно на местном уровне.

При разработке эффективной системы организации сбора резинотехнических отходов на территории конкретного субъекта Российской Федерации урбанизированные территории городов и районных центров могут разделяться на центральные, крупные, средние и малые населенные пункты.

Эффективная схема сбора резинотехнических отходов разработана по двум основным направлениям:

а) утилизация РТО на предприятиях полной или частичной линии утилизации в конечные продукты (строительные изделия и материалы);

б) поставка продуктов переработки резинотехнических отходов с территории универсальных полигонов отходов или перерабатывающих организаций на предприятия полной или частичной линии утилизации РТО (рис. 1).

Сбор и утилизация резинотехнических отходов по безотходной технологии является наиболее перспективным направлением, при этом для обеспечения принципа безотходности необходимо сохранить физико-химические и механические свойства всех составляющих компонентов РТО. Из всех известных способов переработки такому требованию удовлетворяет механический метод, позволяющий раздельно извлекать резиновую крошку от сопутствующих материалов.

Вместе с тем такие аспекты, как многокомпонентность резинотехнических отходов, широкий спектр применяемого технологического оборудования для переработки, оценка качества РТО и продуктов переработки, оценка получаемых изделий, должны быть объективно рассмотрены с точки зрения экологической (малоотходность при производстве строительных изделий за счет увеличения материалоемкости) и экономической (получение максимальной прибыли от реализации продукции и минимизации

сопутствующих затрат) составляющих. Подготовительный период утилизации РТО предполагает формулировку общих целей и задач, а также исследование существующего рынка утилизации продуктов переработки резинотехнических отходов или готовых строительных изделий, оценку требуемых ресурсов в регионе. Цикл реализации предусматривает внедрение технологий сбора и утилизации резинотехнических отходов органами местного самоуправления. Оценка результатов складывается помимо достижения поставленных задач цикла реализации из экономического обоснования процесса утилизации РТО при помощи моделирования [4].

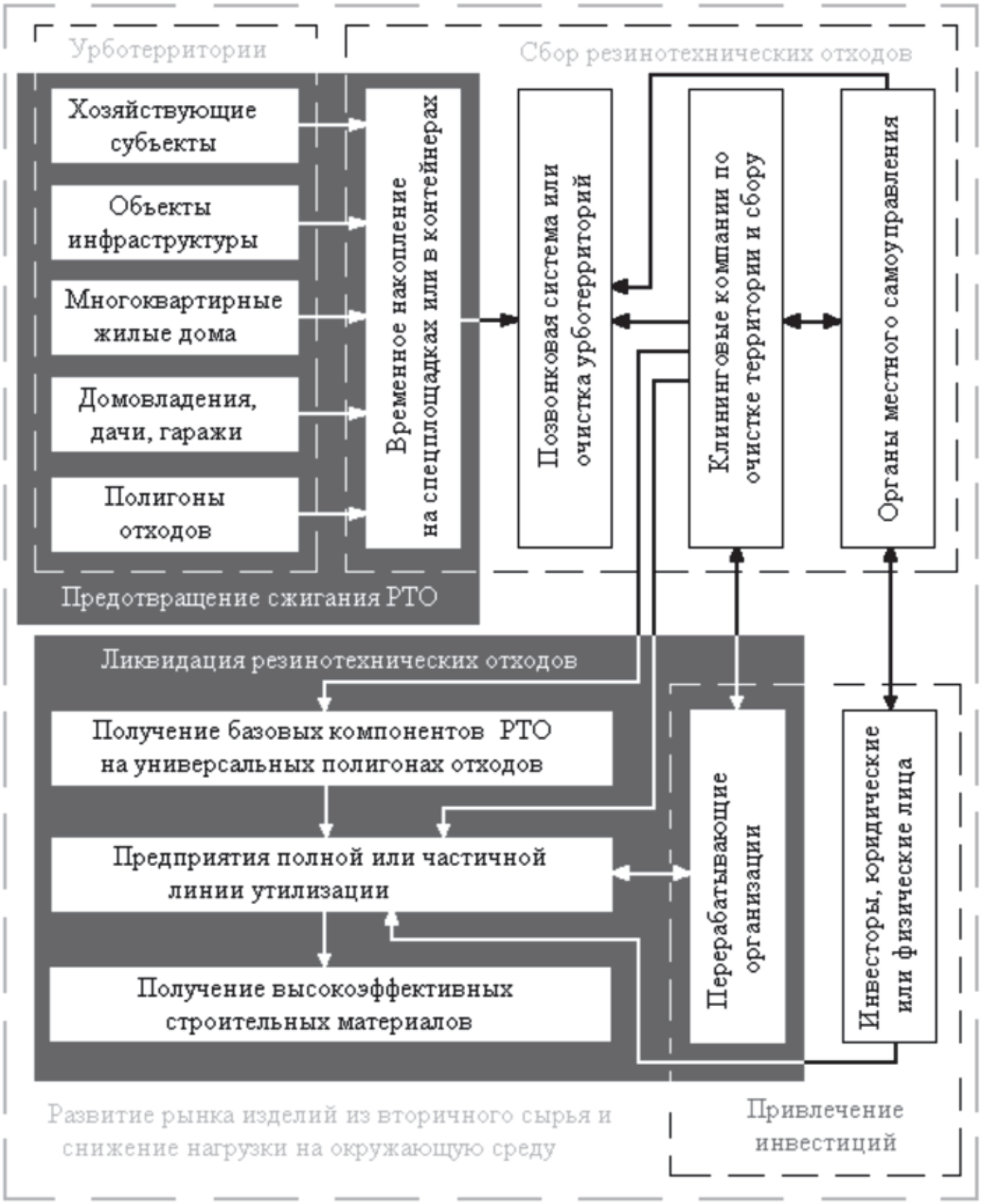


Рис. 1. Схема сбора резинотехнических отходов

Математическое моделирование утилизации исходного объема определенного вида резинотехнических отходов R_vс дальнейшим использованием продуктов, получающихся после переработки в различных параллельно-последовательных технологиях (например, помола на экструдерах различной мощности, фракционирования, переплавки, захоронения, товарной реализации, прессования для получения изделия и т.п.), выполнено в следующей последовательности (рис. 2).

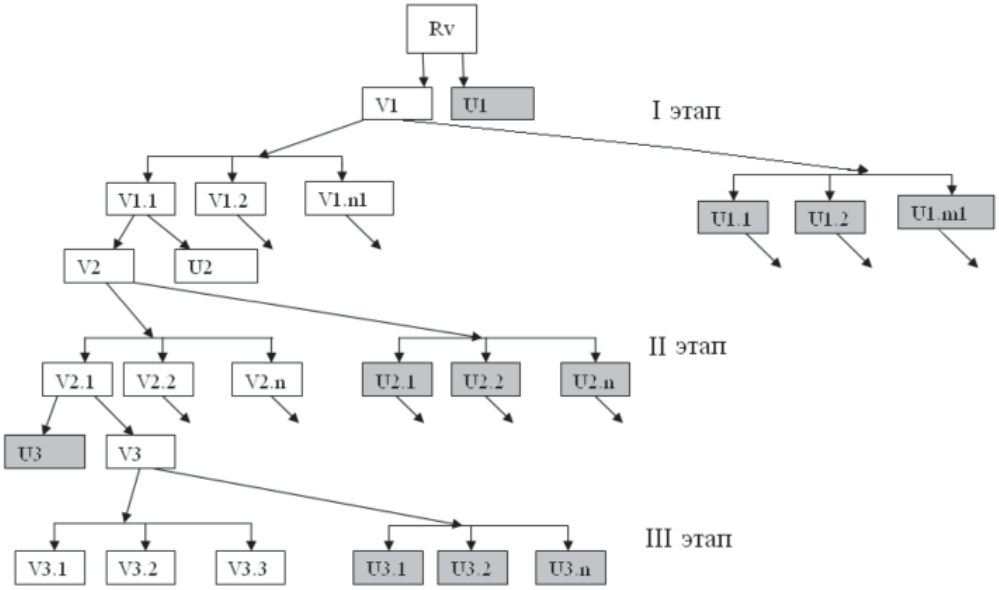


Рис. 2. Схема последовательной утилизации резинотехнических отходов

В каждом *r*-м рецикле ($r = 1, ..., R$ – количество рециклов) образуется k_r – видов продуктов и m_r – видов отходов. Обозначим через V_i^r объём *i*-го продукта в *r*-м рецикле, а через U_j^r объём *j*-го отхода. Очевидным условием каждого *r*-го этапа, является выполнение материального баланса (1), прерывание которого на *r*-м рецикле будет зависеть от социального заказа получаемых материалов. При этом отход *r*-го рецикла может оказаться исходным продуктом для следующего возможного рецикла.

Предлагаемая математическая модель представлена следующим выражением процесса утилизации РТО [4]:

$$R_v = \sum_{i=0}^{i=k} V_i^{r\cdot 1 + r\cdot n} + \sum_{j=0}^{j=m} U_j^{r\cdot 1 + r\cdot n}. \qquad (1)$$

Определение качественно-аналитических оценок на очередном рецикле начинается с постановки основной цели в виде планирования перечня возможного получения промежуточных или конечных продуктов, а также отходов. Постановка цели определяется после содержательного качественного анализа доступных и работоспособных методов, эколого-экономической ситуации, социального заказа, стоимостных оценок и др. Очевидно, что количество рециклов и их рациональность определяет пользователь исходя из конкретных задач.

На каждом из этапов (рециклов) утилизации резинотехнических отходов, с помощью линейного приближения определяется максимальное значение целевой функции:

$$F(x_1, x_2, ..., x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + ... + c_nx_n \to \max. \qquad (2)$$

Обеспечение максимального значения целевой функции (2) включает набор неизвестных ($x_1, x_2, ..., x_n$), являющихся решением системы неравенств [4]. Переменные x_1, x_2 и x_n принимают положительные значения: $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$, $x_n \geq 0$ и являются, например, показателями цены продуктов переработки РТО в отдельном регионе в зависимости от их объема и установленных фракций. Коэффициенты системы неравенств и функции $F(x_1, x_2, ..., x_n)$ определяются условием конкретной задачи и задаются в виде известных чисел.

В соответствии с предложенной математической моделью утилизации резинотехнических отходов (1) с использованием Microsoft Office Excel 2007 разработаны программы «Материальный баланс» и «Оптимизация составов». Численное решение находится симплекс-методом при использовании пакета MS Excel с помощью надстройки «Поиск решения» [6]. Использование данных программ и ввод имеющихся исходных данных перед началом утилизации РТО позволяет:

1) оптимизировать работу предприятия-переработчика;

2) выполнить эколого-экономическую оценку от внедрения в производство строительных изделий наиболее доступных технологий использования вторичного материального сырья.

Список литературы

1. Бабанин И.В. Организация селективного сбора отходов: методические рекомендации // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 9. – С. 10–17.

2. Бурцева Н.Н. Экоиндустрия в сфере отходов: планирование на территориальном уровне // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 3. – С. 10–12.

3. Дярькин Р.А. Применение отходов автотранспортного комплекса в качестве вторичного сырья при производстве строительных материалов // Теория и практика повышения эффективности строительных материалов: сб. трудов Международной конференции. – Пенза, 2011. – С. 70–72.

4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: идеи, методы. – М.: Физматлит, 2002. – 320 с.

5. Чумаченко Н.Г. Критерии оценки промышленных отходов с целью использования их в стройиндустрии // Экология и здоровье человека. – Самара, 2001. – С. 201–203.

6. Уэйн Л.В. Microsoft Office Excel 2007 // Анализ данных и бизнес-моделирование. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 446 с.

References

1. Babanin I.V. Organizatsiya selektivnogo sbora otkhodov. Metodicheskie rekomendatsii // Tverdye bytovye otkhody, 2009. no. 9. pp. 10–17.

2. Burtseva N.N. Ekoindustriya v sfere otkhodov: planirovaniye na territorialnon urovne // Tverdye bytovye otkhody, 2011. no. 3. pp. 10 –12.

3. Dyarkin R.A. Primenenie otkhodov avtotransportnogo komplexa v kachestve vtorichnogo syrya pri proizvodstve stroitelnykh materialov // Sbornik trudov Mezhdunarodnoi konferentsii «Teoriya i praktika povysheniya effektivnosti stroitelnykh materialov». Penza: 2011. pp. 70–72.

4. Samarski A.A., Mikhailov A.P. Matematicheskoe modelirovanie: idei, metody // M.: Fizmatlit, 2002. 320 p.

5. Chumachenko N.G. Kriterii otsenki promyshlennykh otkhodov s tselyu ispolzovaniya ikh v stroiindustrii // Ekologiya i zdorovye cheloveka. Samara: 2001. pp. 201–203.

6. Uein L.V. Microsoft Office Excel 2007 // Analiz dannykh i biznes-modelirovanie. SPb.: BKHV Peterburg, 2007. 446 p.

Рецензенты:

Рыжаков В.В., д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Техническое управление качеством», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза;

Прошин И.А., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Автоматизация и управление», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 20.09.2013.

УДК 004.75+612.821.1+616.8

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ

Давыдовский А.Г., Ел-Грейд М., Яшин К.Д., Осипович В.С., Пилиневич Л.П., Гедранович Ю.А.

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, e-mail: agd2011@list.ru

Выделены психофизиологические характеристики, пригодные для профессионального отбора операторов сложных технических систем, а также для ранней доклинической диагностики неврологических расстройств. Проведено экспериментальное исследование с использованием программного комплекса, определяющего выделенные психофизиологические характеристики, при участии здоровых людей и пациентов с невротическими расстройствами. Установлена зависимость между временем простой сенсомоторной реакции человека и текущим уровнем его работоспособности. Определены существенные различия корреляционных связей между психофизиологическими характеристиками здоровых людей и людей с невротическими расстройствами, затрагивающими нарушения когнитивного процесса. Выдвинута гипотеза о возможности использования разработанного комплекса компьютерных программ для исследования функционального состояния центральной нервной системы, включая доклиническую диагностику новообразований в глубоких подкорковых структурах головного мозга.

Ключевые слова: неврологические расстройства, психофизиологические характеристики, корреляционный анализ, простая сенсомоторная реакция, надежность оператора

SOFTWARE FOR CLINICAL MONITORING OF NEUROLOGICAL DISORDERS

Davydovsky A.G., El-Grejd M., Yashin K.D., Osipovich V.S., Pilinevich L.P., Gedranovich Y.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, e-mail: agd2011@list.ru

Physiological characteristics, suitable for the professional selection of complex technical system's operators and early preclinical diagnosis of neurological disorders were identified. Healthy individuals and patients with neurotic disorders were screened using the software which defines selected physiological characteristics. Dependence between a person's simple sensomotor reaction time and the current level of a person's operability was set. Significant differences in the correlations between both psycho and physiological characteristics of healthy people and people with cognitive process neurotic disorders were determined. The following hypothesis of the possibility of using the software for the study of the central nervous system's functional status, including professional selection and preclinical diagnosis of tumors in the deep subcortical brain structures was proposed.

Keywords: neurological disorders, physiological characteristics, correlation analysis, a simple sensorimotor reaction, operator's reliability

Одной из актуальных проблем психологии труда и инженерной психологии является разработка современных средств, методов и технологий, обеспечивающих эффективность профессионального отбора и мониторинг надежности профессиональной деятельности операторов газотранспортных систем [2, 5]. Многие психофизиологические характеристики, используемые для профессионального отбора операторов сложных технических систем, могут быть использованы для ранней доклинической диагностики неврологических расстройств. Задачи профессионального отбора операторов газотранспортных систем, как и ранней доклинической диагностики неврологических расстройств, могут быть решены с помощью информационных технологий мониторинга психофизиологических характеристик человека.

Целью данной работы было изучение особенностей психофизиологических характеристик здоровых субъектов – кандидатов для отбора на должности операторского персонала газотранспортных систем (оптантов), а также действующих операторов и пациентов с неврологическими расстройствами различного генеза.

Материал и методы исследования

В настоящем исследовании объектами являлись 82 практически здоровых субъекта мужского и женского пола в возрасте от 20 до 55 лет, 25 операторов промышленного концерна «Белэнерго» и производственного объединения «Крион», а также 19 пациентов, страдающих невротическими расстройствами различного генеза, затрагивающими нарушения когнитивных процессов.

Предметом исследования были психофизиологические характеристики:

1) время реагирования на световой сигнал;

2) точность реагирования в совмещенной деятельности;

3) правильность и время сенсомоторной реакции выбора;

4) реакция на движущийся объект (среднее значение ошибки);

5) процессы воспроизведения (% правильных ответов);

6) процессы узнавания;

7) кратковременная зрительная память;

8) эффективность (степень) концентрации внимания;

9) время концентрации внимания;

10) переключаемость внимания;

11) эффективность избирательности внимания;

12) концентрация внимания;

13) устойчивость внимания;

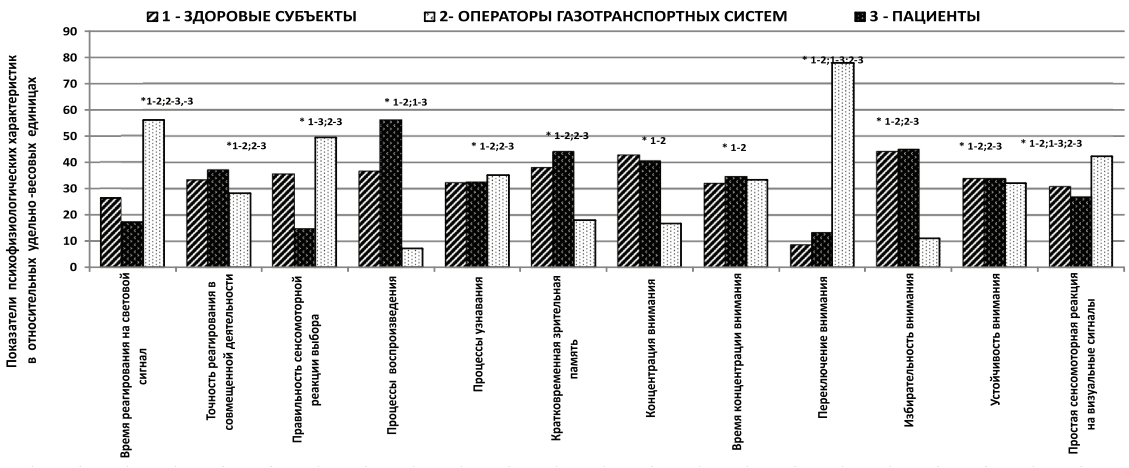
14) простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы [3, 4].

Данные психофизиологические характеристики имеют важное значение для профессионального отбора операторов сложных технических систем, а также ранней доклинической диагностики психоневрологических расстройств. Исследование выполнено с помощью экспериментального комплекса компьютерных программ, разработанного на кафедре инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники и позволяющего осуществлять в течение 60 минут индивидуальное исследование 14 вышеназванных психофизиологических характеристик человека. Полученные результаты были обработаны методами непараметрической статистики на основе F-теста и корреляционного анализа с помощью электронных таблиц MS Excel 2010.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам исследования 14 психофизиологических характеристик у оптантов, действующих операторов газотранспортных систем и пациентов, страдающих неврологическими расстройствами различного генеза, был осуществлен статистический анализ полученных данных, достоверности их различий и корреляционных связей.

На рисунке представлено соотношение результатов 12 наиболее вариабельных психофизиологических характеристик здоровых субъектов (1), операторов газотранспортных систем (2) и пациентов, страдающих неврологическими расстройствами (3).



Соотношение результатов исследования психофизиологических характеристик здоровых субъектов (1), операторов газотранспортных систем (2) и пациентов, страдающих неврологическими расстройствами (3) (– достоверные различия между здоровыми субъектами (1), операторами газотранспортных систем (2) и пациентами (3), $P < 0,05$)*

Результаты корреляционного анализа представлены в таблице. Показано, что точность узнавания и воспроизведения визуальных стимулов у испытуемых возрастает на фоне уменьшения периода простой сенсомоторной реакции на визуальные стимулы. При уменьшении времени простой сенсомоторной реакции с 0,8 до 0,15 мс у испытуемых процент верных ответов при исследовании процессов воспроизведения и узнавания увеличивается с 35 до 75%. Это может быть обусловлено тем, что период простой сенсомоторной реакции формируется из времени передачи информации от периферического к центральному звену зрительного анализатора, времени обработки информации, принятия решения и его реализации. Очевидно, у испытуемых с малым периодом простой сенсомоторной реакции период обработки сенсорной информации и формирования команды существенно меньше по сравнению с испытуемыми, для которых характерен более длительный период простой сенсомоторной реакции. Это обеспечивает более раннее формирование ответной реакции центральной нервной системы и, как следствие, более эффективную детализацию предъявляемых визуальных стимулов. В связи с этим можно предположить, что при распознавании визуального стимула важную роль играет скорость переработки зрительной информации и принятия решения испытуемым.

Корреляционные связи между исследованными психофизиологическими характеристиками здоровых субъектов (оптантов), действующих операторов газотранспортных систем, а также пациентов с неврологическими расстройствами (достоверность: $P < 0,05$)

№ п/п	Ведущая психофизиологическая характеристика	Коррелируемые психофизиологические характеристики	Коэффициент корреляции (R)
1	2	3	4
Оптанты ($n = 82$)			
1	Время реагирования на световой сигнал	Правильность и время сенсомоторной реакции выбора	0,72
		Реакция на движущийся объект (среднее значение ошибки)	0,59
		Процессы воспроизведения (% правильных ответов)	–0,5
		Простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы	0,52
2	Правильность сенсомоторной реакции выбора	Реакция на движущийся объект (среднее значение ошибки)	0,51
		Процессы воспроизведения (% правильных ответов)	–0,5
		Простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы	0,7
3	Реакция на движущийся объект	Процессы воспроизведения (% правильных ответов)	–0,45
		Простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы	0,41
4	Процессы воспроизведения	Кратковременная зрительная память	0,47
5	Степень концентрации внимания	Время концентрации внимания	0,69
6	Время концентрации внимания	Устойчивость внимания	0,51
7	Эффективность концентрации внимания	Устойчивость внимания	0,79
Операторы газотранспортных систем ($n = 25$)			
1	Время реагирования на световой сигнал	Процессы воспроизведения (% правильных ответов)	–0,49
		Переключаемость внимания	0,44
		Простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы	0,44
2	Процессы воспроизведения	Процессы узнавания (% правильных ответов)	0,69
3	Процессы узнавания	Кратковременная зрительная память	0,44
4	Степень концентрации внимания	Время концентрации внимания	0,52
		Переключаемость внимания	–0,45
5	Эффективность избирательности внимания	Время избирательности внимания	0,56
6	Концентрация внимания	Устойчивость внимания	0,51
Пациенты с неврологической патологией ($n = 19$)			
1	Время реагирования на световой сигнал	Точность реагирования в совмещенной деятельности	0,42
		Правильность и время сенсомоторной реакции выбора	0,76
		Кратковременная зрительная память	–0,46
		Степень концентрации внимания	–0,58
		Время концентрации внимания	–0,46
		Переключаемость внимания	0,67
		Эффективность избирательности внимания	0,43
		Концентрация внимания	–0,44
		Простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы	0,47
2	Точность реагирования в совмещенной деятельности	Процессы воспроизведения (% правильных ответов)	–0,51
		Эффективность избирательности внимания	–0,56

Окончание таблицы

1	2	3	4
3	Правильность сенсомоторной реакции выбора	Реакция на движущийся объект (среднее значение ошибки)	0,62
		Время концентрации внимания	–0,59
		Переключаемость внимания	–0,53
		Эффективность избирательности внимания	0,46
		Время избирательности внимания	–0,44
4	Реакция на движущийся объект (среднее значение ошибки)	Процессы воспроизведения (% правильных ответов)	–0,43
		Кратковременная зрительная память	–0,46
		Степень концентрации внимания	–0,48
		Время концентрации внимания	–0,49
		Переключаемость внимания	0,47
5	Процессы воспроизведения	Кратковременная зрительная память	0,67
		Переключаемость внимания	–0,43
		Эффективность избирательности внимания	0,53
		Простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы	–0,44
6	Кратковременная зрительная память	Простая сенсомоторная реакция на визуальные сигналы	–0,67
7	Степень концентрации внимания	Время концентрации внимания	0,81
8	Время концентрации внимания	Переключаемость внимания	–0,51
9	Эффективность избирательности внимания	Время избирательности внимания	0,77
		Концентрация внимания	0,52
10	Концентрация внимания	Устойчивость внимания	0,8

Установлена зависимость между временем простой сенсомоторной реакции и уровнем работоспособности человека. Увеличение времени реакции испытуемых с 0,15 до 0,8 с сопровождается возрастанием продолжительности выполнения задания с 0,2 до 0,65 с, что свидетельствует о снижении центральной работоспособности.

Установлены существенные различия корреляционных связей между психофизиологическими характеристиками у здоровых субъектов (оптантов), действующих операторов газотранспортных систем и пациентов с неврологическими расстройствами различного генеза. В частности, у оптантов и пациентов, страдающих неврологическими расстройствами различного генеза, ведущими психофизиологическими характеристиками являются такие, как время реагирования на световой сигнал, время концентрации внимания, правильность сенсомоторной реакции выбора, процессы воспроизведения, реакция на движущийся объект, степень концентрации внимания, эффективность избирательности внимания. Вместе с тем у действующих операторов к ведущим психофизиологическим характеристикам относятся: время реагирования на световой сигнал, процессы воспроизведения, процессы узнавания, степень концентрации внимания, эффективность избирательности внимания и концентрация внимания. Кроме того, показано, что у операторов теснота установленных корреляционных связей между психофизиологическими характеристиками существенно слабее по сравнению с оптантами и пациентами с неврологическими расстройствами.

Разработанный комплекс компьютерных программ может быть использован для ранней доклинической диагностики симптомов развития сосудистой патологии в коре, а также объемных процессов в подкорковых структурах головного мозга. В частности, на основе компьютерного анализа времени реагирования на световой сигнал, сенсомоторной реакции на визуальные сигналы, показателей зрительной кратковременной памяти может быть осуществлена ранняя диагностика новообразований в глубоких подкорковых структурах, включая четверохолмие таламической области мозга.

Заключение

Таким образом, разработанный комплекс компьютерных программ, предназначенный для исследования психофизиологических характеристик человека, может быть эффективно использован как для профессионального отбора оптантов – кандидатов на

должности операторского персонала, так и для ранней доклинической диагностики неврологических расстройств различного генеза, прежде всего, затрагивающих психомоторную и когнитивную сферу. Результаты, полученные при апробации вновь разработанного комплекса компьютерных программ исследования психофизиологических характеристик, позволяют заключить следующее.

1. Метод и программный комплекс оценки медико-биологических параметров человека, основанный на расчете площади лепестковой многоугольной диаграммы, построенной по результатам измерений по методикам деятельностного типа 14 психофизиологических характеристик с учетом их весовых коэффициентов значимости (от максимального 0,141 до минимального 0,03), позволяют осуществить: оценку функционального состояния центральной нервной системы, в том числе при невротических расстройствах различного генеза; биомедицинский скрининговый мониторинг основных параметров психофизиологического состояния человека; оценку (в течение 60 мин) функционального состояния человека при предварительных, периодических и обязательных медицинских осмотрах.

2. Закономерность падения на 10 до 40% параметров внимания при воздействии на человека в течение 40–45 мин стрессовой ситуации по сравнению с нормальным режимом работы, где параметры внимания составляют: среднее время выполнения задания 3–5 мин и точность 5–30% ошибок, позволила реализовать методику определения психологической стрессоустойчивости человека.

3. Метод оценки риска снижения надежности профессиональной деятельности оператора, основанный на анализе его психофизиологических характеристик и решении, что риск снижения надежности пропорционален вероятности нарушения психофизиологического состояния человека, включает четыре диапазона снижения степени надежности профессиональной деятельности операторов [1]:

– допустимая надежность (риск снижения надежности до 0,1);

– сниженная надежность (риск – от 0,1 до 0,45);

– низкая надежность (риск – от 0,45 до 0,55);

– критическое состояние надежности (риск – от 0,55 до 1), что позволяет прогнозировать снижение надежности операторов опасных производств на период времени от 0,4 до 1,5 лет с достоверностью 0,7–0,75.

4. Анализ таких характеристик, как точность реагирования в совмещенной деятельности, правильность и время сенсомоторной реакции выбора, реакция на движущийся объект, процессы воспроизведения и узнавания, переключаемость и избирательность внимания, его устойчивость, а также оценка простой сенсомоторной реакции на визуальные сигналы с помощью разработанного комплекса компьютерных программ может быть использован для мониторинга функционального состояния центральной нервной системы пациентов с неврологическими расстройствами различного генеза, прежде всего, затрагивающими психомоторные и когнитивные процессы, а также прогнозирования эффективности их лечения.

Список литературы

1. Давыдовский А.Г. Информационное и математическое моделирование надежности профессиональной деятельности операторов / А.Г. Давыдовский, М. Ел-Грейд, К.Д. Яшин, В.С. Осипович, Л.П. Пилиневич, Ю.А. Гедранович, Е.В. Томашевич // Доклады БГУИР. – 2013. – № 4 (74). – С. 79–84.

2. Ел-Грейд М. Информационная модель деятельности операторов газотранспортных предприятий для снижения риска совершения ошибок в их работе / М. Ел-Грейд, К.Д. Яшин, В.В. Егоров // Доклады БГУИР. – 2010. – № 2(54). – С. 121–126.

3. Ел-Грейд М. Информационные методы исследования профессионально важных качеств специалистов опасных производств / М. Ел-Грейд, К.Д. Яшин, В.В. Егоров // Доклады БГУИР. – 2011. – № 8(62). – С. 95–98.

4. Ел-Грейд М. Исследование профессионально важных качеств операторов машиностроительных и транспортно-энергетических производств / М. Ел-Грейд, В.В. Егоров, А.Г.Давыдовский, К.Д. Яшин // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 6. – С. 12–17.

5. Ел-Грейд М. К проблеме снижения риска совершения ошибок в работе операторов систем автоматизированного управления газораспределительных станций / В.В. Егоров, М. Ел-Грейд // Вестник Белорус. нац. техн. ун-та. – 2011. – № 2. – С. 38–45.

References

1. A.G. Davydovsky, M. El-Grejd, K.D. Yashin, V.S. Osipovich, L.P. Pilinevich, Yu.A. Gedranovich, E.V. Tomashevich. *Doklady BGUIR*, 2013, no. 4 (74), pp. 79–84.

2. M. El-Grejd, K.D. Yashin, V.V. Egorov. *Doklady BGUIR*, 2010, no. 2(54), pp. 121–126.

3. M. El-Grejd, K.D. Yashin, V.V. Egorov. *Doklady BGUIR*, 2011, no. 8(62).), pp. 95–98.

4. M. El-Grejd, V.V. Egorov, A.G.Davydovskij, K.D. Yashin. *Bezopasnost zhiznedejatelnosti*, 2012, no. № 6, pp. 12–17.

5. V.V. Egorov, M. El-Grejd. *Vestnik Belorus. nac. tehn. un-ta*, 2011, no. 2, pp. 38–45.

Рецензенты:

Ланин В.Л., д.псх.н., профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;

Семененя И.Н., д.м.н., профессор, начальник отдела научного обеспечения и международного сотрудничества, Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 621.316.9

РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРА ТОКА ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРИ ТРЕУГОЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ФАЗ ТОКОПРОВОДОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ 35 КВ

Жантлесова А.Б., Полищук В.И.

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, e-mail: acbizh@mail.com

Статья посвящена разработке фильтра тока обратной последовательности на индукционном преобразователе и магнитоуправляемом контакте без использования трансформаторов тока. Магнитоуправляемые контакты – герконы, которые используются для создания резервной защиты от межвитковых замыканий. Применять их как дополнительный источник информации для релейной защиты, то есть использование принципа мажорирования. Дана методика определения координат установки магнитоуправляемого контакта и индукционного преобразователя вблизи шин электроустановки напряжением 6–35 кВ. Представлен алгоритм расчета параметров фильтра тока обратной последовательности для построения его на магнитоуправляемом контакте и индукционном преобразователе при треугольном расположении фаз токопроводов электроустановки. Приведены доказательства его работоспособности определять токи обратной последовательности. Предоставлен анализ чувствительности и рассчитан небаланс фильтра тока обратной последовательности. Предложенные аналитические выражения для токов обратной последовательности являются основой методики построения фильтра тока обратной последовательности, которые будут использованы для создания устройств, дублирующих одновременно и традиционную релейную защиту, и трансформаторы тока.

Ключевые слова: фильтр тока обратной последовательности, симметричные составляющие, векторные диаграммы, магнитоуправляемый контакт

DEVELOPMENT OF THE FILTERS OF CURRENT OF SYMMETRIC COMPONENTS AT THE TRIANGULAR ARRANGEMENT OF PHASES OF CURRENT DISTRIBUTORS OF ELECTROINSTALLATION BY VOLTAGE 35 KV

Zhantlessova A.B., Polishchuk V.I.

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

Article is devoted to development of filter of current of the return sequence on the induction converter and hermetic contact without use of transformers of current. Hermetic contacts – reed switch which are used for creation of reserve protection against interturn short circuits. To apply them as an additional source of information to relay protection, that is use of the principle of majorization. The technique of determination of coordinates of installation of hermetic contact and the induction converter near tires of electroinstallation by tension 6–35 kV is given. The algorithm of calculation of parameters of filter of current of the return sequence for construction it on hermetic contact and the induction converter is presented at a triangular arrangement of phases of current distributors of electroinstallation. Proofs of its working capacity are provided to define currents of the return sequence. The analysis of sensitivity is provided and not balance of filter of current of the return sequence is calculated. The offered analytical expressions for currents of the return sequence are basis of a technique of creation of the filter of current of the return sequence which will be used for creation of devices duplicating at the same time both traditional relay protection and transformers of current.

Keywords: the filter of current of the return sequence, symmetric components, the vector charts, reed switch (hermitic contact)

В настоящее время для релейной защиты информация снимается с трансформаторов тока (ТТ), которые имеют следующие недостатки: металлоемкость, например, для сетей 35 кВ его масса может составлять около 55 кг [1], и чем больше напряжение, тем больше масса ТТ; высокие напряжения во вторичных цепях при их разрыве [2]; большие погрешности в переходных режимах [3] и часто требуемая погрешность ТТ не укладывается в 10%. В связи с вышеизложенным для решения этой проблемы предлагается альтернатива использование магниточувствительных элементов [4–7]. Например, магнитоуправляемые контакты (МК) – герконы, которые используются для создания резервной защиты от коротких замыканий [8, 9]. Одно из преимуществ применения МК как источников информации для релейной защиты (РЗ) – это использование принципа мажорирования, то есть одна из реализаций стратегического направления. Использование «одинаковых» принципов работы релейной защиты при двукратном или трехкратном дублировании ведет к понижению надежности. Поэтому необходимы разные принципы работы релейной защиты. Предлагаются фильтр тока обратной последовательности (ФТОП) на МК и индукционном преобразователе при треугольном расположении фаз токопроводов напряжением 6–35 кВ.

Постановка задачи

Исследовать возможности построения фильтров тока обратной последовательности

с треугольным расположение фаз электроустановки напряжением 6–35 кВ [10].

Предлагаемый **фильтр тока обратной последовательности (ФТОП) при треугольном расположении фаз токопроводов на напряжение 6–35 кВ** содержит (рисунок) МК 1 (выходной элемент фильтра) с обмоткой 2 управления, индукционный преобразователь ИП 6, усилитель УС 3, фазоповоротную схему (ФПС) 4, регулировочный резистор 5. МК 1 и ИП 6 расположены в магнитном поле токов I_A, I_B и I_C в токопроводах фаз A, B и C электроустановки так, чтобы их продольные оси находились в плоскости, перпендикулярной осям токопроводов.

$\underline{B}^{\Gamma}_{\text{ПР}}$ индукция магнитного поля, созданного токами I_A, I_B и I_C при любом расположении токопроводов фаз, в зазоре между контактами МК 1 в точке M (рисунок), действующая вдоль его продольной оси (далее везде будем писать просто «индукция», имея в виду всё перечисленное). Тогда в соответствии с законом Био–Савара–Лапласа:

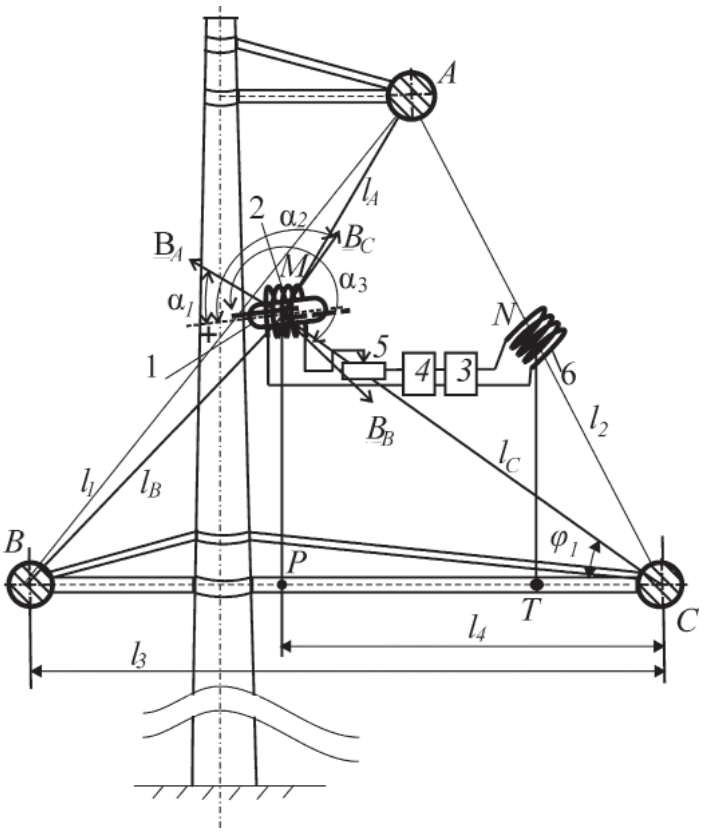
$$\underline{B}^{\Gamma}_{\text{ПР}} = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(a_{\Gamma}\,\underline{I}_A + b_{\Gamma}\,\underline{I}_B + c_{\Gamma}\,\underline{I}_C \right), \quad (1)$$

где a_{Γ}, b_{Γ}, c_{Γ} коэффициенты, характеризующие влияние тока фазы A, B, C на МК;

$$a_{\Gamma} = \cos a_1 / l_A; \quad b_{\Gamma} = \cos a_2 / l_B;$$

$$c_{\Gamma} = \cos a_3 / l_C, \quad (2)$$

где a_1, a_2, a_3 – углы между продольной осью МК 1 и $\underline{B}_A$, $\underline{B}_B$, $\underline{B}_C$ соответственно.



Выбор координат МК-1 для выполнения функций ФТОП

Аналогично таким же выражением (с соответствующими углами и расстояниями), описывается и индукция $\underline{B}^{\text{ИП}}_{\text{ПР}}$, действующая вдоль продольной оси ИП 6 (далее отмеченными индексами ИП).

Сигнал о появлении тока I_2 обратной последовательности может выдать МК 1 путем переключения контактов (сработал), если суммарная индукция

$$\underline{B}^{\Sigma}_{\text{ПР}} = \underline{B}^{\Gamma}_{\text{ПР}} + \underline{B}^{\text{ОБМ}}_{\text{ПР}} = K_1 \underline{I}_2, \quad (3)$$

где $\underline{B}^{\text{ОБМ}}_{\text{ПР}}$ – коэффициент пропорциональности; – индукция поля, созданного током $I_{\text{ВЫХ}}$ в обмотке 2 (рисунок), которая вычисляется по известной формуле:

$$\underline{B}^{\text{ОБМ}}_{\text{ПР}} = \underline{I}_{\text{ВЫХ}} \cdot \mu_0 \cdot W_2 / V, \quad (4)$$

где $V = \sqrt{\left(l_{\text{ОБМ2}}\right)^2 + \left(D_{\text{СР.2}}\right)^2}$;

W_2 – количество витков обмотки 2; $l_{\text{ОБМ2}}$ и $D_{\text{СР.2}}$ – длина каркаса обмотки и её средний диаметр.

Ток $\underline{I}_{\text{ВЫХ}}$ в обмотке 2 создается ЭДС $\underline{E}_{\text{ИП}}$ на концах ИП 6, которая значительно увеличивается усилителем УС 3. $\underline{E}_{\text{ИП}}$ наводится потоком $\underline{\Phi}$ с магнитной индукцией $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{ИП}}$. Поток направлен вдоль оси ИП 6 и проходит через площадь S её поперечного сечения. ЭДС сдвинута относительно на угол 90°.

$$\underline{I}_{\text{ВЫХ}} = \frac{\underline{E}_{\text{ИП}} K_{\text{У}} e^{j\beta_{\text{ФПС}}}}{z \cdot e^{j\phi}};$$

$$\underline{E}_{\text{ИП}} = (2\pi f W_6 S)\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{ИП}} e^{-j90^\circ}, \qquad (5)$$

где W_6 и $\underline{E}_{\text{ИП}}$ – количество витков ИП 6 и ЭДС, наведенная в ней; f – частота промышленного тока; $K_{\text{У}}$ – коэффициент усиления усилителя УС 3; $\beta_{\text{ФПС}}$ – угол поворота, обеспечиваемый ФПС 4;

$$z = \sqrt{X_{\text{ОБМ2}}^2 + R_\Sigma^2}; \quad \phi = \operatorname{arctg}\frac{X_{\text{ОБМ2}}}{R_\Sigma};$$

$$R_\Sigma = r_{\text{ОБМ2}} + r_5, \qquad (6)$$

где $X_{\text{ОБМ2}}$, $r_{\text{ОБМ2}}$, и r_5 – индуктивное, активное сопротивления обмотки 2 и активное сопротивление регулировочного резистора 5.

Из (4) и (5) имеем

$$\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{ОБМ}} = \underline{K}_2 \underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{ИП}}; \quad \underline{K}_2 = \mu_0 \pi f S \cdot W_2 \cdot W_6 K_{\text{У}} e^{-j90^\circ} e^{j\beta_{\text{ФПС}}} / V \cdot z \cdot e^{j\phi}. \qquad (7)$$

Чтобы этот ФТОП реагировал на токи $\underline{I}_{A,2}$, $\underline{I}_{B,2}$, $\underline{I}_{C,2}$ обратной последовательности, нужно исключить влияние токов нулевой $\underline{I}_{A,0}$, $\underline{I}_{B,0}$, $\underline{I}_{C,0}$ и прямой $\underline{I}_{A,1}$, $\underline{I}_{B,1}$, $\underline{I}_{C,1}$ последовательностей. Для этого необходимо, чтобы сумма коэффициентов в (1) (и в таком же выражении для ИП) была равна нулю, и компенсировать действие $\underline{I}_{A,1}$, $\underline{I}_{B,1}$, $\underline{I}_{C,1}$ с помощью тока $\underline{I}_{\text{ВЫХ}}$ в обмотке 2, добившись равенства:

$$\underline{B}_{\text{ПР},1}^{\text{ОБМ}} = -\underline{B}_{\text{ПР},1}^{\Gamma}, \qquad (8)$$

где $\underline{B}_{\text{ПР},1}^{\text{ОБМ}}$ и $\underline{B}_{\text{ПР},1}^{\Gamma}$ – индукции магнитных полей, созданных токами $\underline{I}_{A,1}$, $\underline{I}_{B,1}$, $\underline{I}_{C,1}$ в обмотке 2 (получаемыми через ИП) и в фазах A, B, C. Тогда, аналогично тому, как это сделано для полных токов, используя (7), (8) и принцип суперпозиции (при разложении на симметричные составляющие коэффициент K_2 не меняется), легко показать, что

$$\underline{B}_{\text{ПР},1}^{\text{ОБМ}} = K_2 \underline{B}_{\text{ПР},1}^{\text{ИП}}, \qquad (9)$$

где $\underline{B}_{\text{ПР},1}^{\text{ИП}}$ – индукция магнитного поля, созданного токами $\underline{I}_{A,1}$, $\underline{I}_{B,1}$, $\underline{I}_{C,1}$, прямой последовательности вдоль продольной оси ИП, описывается (1) при подстановке в неё этих токов и индексов ИП.

Имея ввиду, что $\underline{I}_{B,1} = \underline{I}_{A,1} e^{-j120^\circ}$; $\underline{I}_{C,1} = \underline{I}_{A,1} e^{j120^\circ}$,, из (8) и (9), получаем:

$$e^{j(\beta_{\text{ФПС}} - 90^\circ - \phi)} \cdot \left(a_{\text{ИП}} + b_{\text{ИП}} e^{-j120^0} + c_{\text{ИП}6} e^{j120^\circ}\right) = -\left(a_\Gamma + b_\Gamma e^{-j120^\circ} + c_\Gamma e^{j120^\circ}\right). \qquad (10)$$

Рассматривая это равенство как уравнение относительно угла $\beta_{\text{ФПС}}$, рассчитываем его, а затем и коэффициент $K_{\text{У}}$ усилителя УС 3 из (7). Предварительно необходимо найти координаты установки МК 1 и ИП 6 и коэффициенты a_Γ, b_Γ, c_Γ. Учитывая, что $a_\Gamma + b_\Gamma + c_\Gamma = 0$, и используя связи между параметрами треугольников АВМ, МВС, АСМ (по теореме косинусов), составляем систему из четырех уравнений. Решая систему в MathCad 14 с шестью неизвестными l_A, l_B, l_C и α_1, α_2, α_3 с помощью функции Find, находим координаты установки МК 1, которые удовлетворяют уравнениям и требованиям техники безопасности [11]. Так, для электроустановки напряжением 35 кВ при расстояниях между фазами $l_1 = 5$ м, $l_2 = 3{,}2$ м, $l_3 = 5{,}3$ м получено: $l_A = 2{,}3$ м, $l_B = 4$ м, $l_C = 5{,}4$ м, $= 260°6'$, $\alpha_2 = 0°32'$, $\alpha_3 = 194°4'$. Подобно находятся координаты установки ИП. В условиях эксплуатации можно легко установить МК 1 так, чтобы его центр тяжести находился в точке М, если предварительно найти (рисунок) угол φ_1 через соотношения сторон в треугольнике МВС, а затем длины РМ и *4* из прямоугольного Δ-ка МРС.

Расчет параметров ФТОП при треугольном расположении фаз электроустановки. Предлагается алгоритм, который может использоваться для электроустановок любого класса напряжения. Например, проведем расчет параметров ФТОП для электроустановки 35 кВ с номинальным фазным током 1000 А.

После того, как определили координаты МК 1 и ИП 6, находим по (2) $a_\Gamma = -0{,}07$, $b_\Gamma = 0{,}25$, $c_\Gamma = -0{,}18$ и $a_{\text{ИП}} = -0{,}18$, $b_{\text{ИП}} = -0{,}07$, $c_{\text{ИП}} = 0{,}25$.

С учетом того, что токи прямой последовательности $\underline{I}_A = 1000 \cdot e^{j0}$; $\underline{I}_B = 1000 \cdot e^{-j120}$, а $\underline{I}_C = 1000 \cdot e^{j120}$, рассчитаем напряженность в точке, совпадающей с центрами тяжести МК и ИП по формуле

$$\underline{H}_{\text{ПР}}^{\Gamma} = \left(a_\Gamma \cdot \underline{I}_A + b_\Gamma \cdot \underline{I}_B + c_\Gamma \cdot \underline{I}_C\right).$$

Получается

$$\underline{H}_{\text{ПР}}^{\Gamma} = 383{,}3\, e^{j134{,}3^\circ} \text{ А/м},$$

$$\underline{H}_{\text{ПР}}^{\text{КИ}} = 383{,}3 e^{-j105{,}7^\circ} \text{ А/м}.$$

Задаются параметрами ИП и обмотки 2. Пусть это обмотки от стандартных реле, например, от реле РТМ. Параметры РТМ: количество витков $w_2 = 92$; радиус $r_{\text{ОБМ}} = 0{,}05$ Ом; провод ПЭВ-2/1,56; диаметр внутренний $D_{\text{ВНУТ}} = 7{,}5\cdot10^{-3}$ м; диаметр внешний $D_{\text{ВНЕШ}} = 26\cdot10^{-3}$ м; длина обмотки $l_{\text{ОБМ}} = 36\cdot10^{-3}$ м. Вычисляем площадь поперечного сечения $S_2 = 531\cdot10^{-6}$ м^2 и сопротивление $x_{\text{ОБМ}} = 0{,}42$ Ом, $Z_{\text{КИ}} = Z_{\text{ОБМ}} = 0{,}42\cdot e^{j83{,}1}$ Ом.

Рассчитывается электродвижущая сила на выводах ИП

$$\underline{E}_{\text{ИП}} = \left(2\pi f w_3 S_3 \underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{ИП}}\right) e^{-j90^\circ} = \left(2\pi f w_3 S_3 \mu_0 \underline{H}_{\text{ПР}}^{\text{ИП}}\right) e^{-j90^\circ} = 7\cdot10^{-3} e^{j44{,}3^\circ} \text{ мВ}.$$

Так как $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{ОБМ}} = -\underline{B}_{\text{ПР}}^{\Gamma}$, найдем ток $\underline{I}_{\text{ВЫХ}}$, который нужно подать в обмотку 2 МК-1, чтобы на его оси в центре создалось магнитное поле с напряженностью – $\underline{H}_{\text{ПР}}^{\Gamma}$:

$$\underline{I}_{\text{ВЫХ}} = \frac{-\underline{H}_{\text{ПР}}^{\Gamma}\sqrt{l_{\text{ОБМ2}}^2 + D_{\text{СР.2}}^2}}{W_2} = 0{,}17\cdot e^{j74^\circ 2'} \text{ А}.$$

Сразу примем коэффициент усиление равным $K_{\text{У}} = 100$. Определим r_5 и $\beta_{\text{ФПС}}$, подставляя значение $\underline{I}_{\text{ВЫХ}}$ и $\underline{E}_{\text{ИП}}$ в (5):

$$r_5 = \sqrt{(7\cdot10^{-3} K_{\text{У}} / 0{,}17)^2 - x_{\text{ОБМ}}^2} - r_{\text{ОБМ}} = 4;$$

$$\beta_{\text{ФПС}} = 74^\circ 2' - 44^\circ 3' + \text{tg}(x'_{\text{ОБМ}}(r_{\text{ОБМ}} + r_5)) = 35^\circ.$$

Индукция небаланса $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{НЕБ}}$ ФТОП. В нормальном режиме работы электроустановки токи обратной последовательности отсутствуют [12], и на МК-1 действует МП с индукцией $B_{\text{НБ}}$ (напряженностью $H_{\text{НБ}}$ небаланса), которая обусловлена неточностью установки МК-1 и ИП-6 для треугольного расположения фаз в рассчитанные координаты и допустимой несимметрией системы I_A, I_B, I_C. Чтобы МК-1 не срабатывал в нормальном режиме, его напряженность $H_{\text{СР}}^{\Gamma}$ срабатывания должна быть больше напряженности $H_{\text{НБ}}$ небаланса, то есть $H_{\text{СР}}^{\Gamma} = K_{\text{ОТС}}\cdot H_{\text{НБ}}$, где $K_{\text{ОТС}}$ – коэффициент отстройки $K_{\text{ОТС}} = 1{,}15$ [8], так как нельзя абсолютно точно установить МК-1 и ИП-6 в расчетную точку (при $\Delta l = \pm5$ мм, $\Delta\alpha = \pm5°$). Это является одной из причин того, что в нормальных режимах работы электроустановки $\underline{B}_{\text{ПР}} = \underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{НЕБ}} \neq 0$, где $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{НЕБ}}$ – индукция небаланса. Другой причиной является несимметрия токов фаз. $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{НЕБ}} = 0{,}045\, I_{\text{КЗ}} e^{-j60^\circ}\cdot\dfrac{\mu_0}{2\pi}$ Тл для электроустановки 35 кВ при треугольном расположении фаз.

Как известно, традиционные защиты обратной последовательности отстраиваются от тока $I_{\text{НБ}}$ небаланса при $I_{\text{КЗ}}$. Во многих случаях их ток $I_{\text{СЗ}}$ срабатывания $I_{\text{СЗ}} = 0{,}15\cdot I_{\text{КЗ}}$. По принципу действия защиты, которые могут быть построены на рассмотренном фильтре, не отличаются от традиционных. Поэтому их параметр срабатывания – индукция $B_{\text{СР}}^{\Gamma}$ также отстраивается от индукции $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{НЕБ}}$ небаланса $B_{\text{СР}}^{\Gamma} = K_{\text{ОТС}}\cdot B_{\text{ПР}}^{\text{НБ}}$. Учитывая, что погрешности допущений не превышают 6% [8]. Чтобы оценить чувствительность защиты на ФТОП с герконами, необходимо найти ток $I_{\text{СЗ}}^{\Gamma}$ в шинах защищаемой электроустановки, при котором она срабатывает. Если в (1) $\underline{B}_{\text{ПР}\Sigma} = \underline{B}_{\text{СР}}^{\Gamma}$, то можно считать, что $3I_{(2)}$ и есть $I_{\text{СЗ}}^{\Gamma}$, где $I_{\text{СЗ}}^{\Gamma} = \dfrac{2\pi\cdot B_{\text{СР}}^{\Gamma}}{\mu_0\cdot k_{\text{ПР}}}$. Тогда защиты на ФТОП с герконами по чувствительности уступают существующим.

Заключение

Предложенные аналитические выражения для токов обратной последовательности являются основой методики построения ФТОП, которые будут использованы для создания устройств, дублирующих одновременно и традиционную релейную защиту, и трансформаторы тока.

Метод расчета координат установки МК с управляющей обмоткой и индукционных преобразователей позволил определить, что для выявления токов обратной последовательностей при расположении фаз по вершинам треугольника их необходимо устанавливать внутри него.

Работа выполнена в рамках исполнения Госзадания «Наука» ГК № 7.2826.2011.

Список литературы

1. Багинский Л.В., Быкова Л.Б., Михайлов А.К. Особенности переходных процессов в трансформаторах тока при коротких замыканиях на землю // Электричество. – 1998. – № 7. – С. 9–20.

2. Опыт разработки преобразователей тока в напряжение на магнитотранзисторах для устройств релейной защиты и измерения / В.Н. Гречухин, В.Н. Нуждин, В.В. Глускина, И.А. Новожилов, К.С. Дмитриев // Энергетик. – 1997. – № 6. – С. 14–16.

3. Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе: монография / С.М. Карабанов, Р.М. Майзельс, В.Н. Шоффа, под ред. д.т.н., профессора В.Н. Шоффы – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 408 с.

4. Фильтр симметричных составляющих для электроустановок с токопроводами фаз по вершинам треугольника / М.Я. Клецель, П.Н. Майшев, П.Н. Токомбаев, А.Б. Жантлесова // Известие высших учебных заведений Проблемы энергетики. – Казань: КГЭУ, 2008. – № 3–4. – С. 76–82.

5. Клецель М.Я., Мусин В.В. Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты без трансформаторов тока на герконах // Промышленная энергетика. – 1990. – № 4. – С. 32–36.

6. Клецель М.Я., Мусин В.В. О построении на герконах защит без трансформаторов тока // Электротехника. – 1987. – № 4. – С. 11–13.

7. Кожович Л.А., Бишоп М.Т. (Cooper Power Systems, США). Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского. Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем // сборник докладов Межд. научно-техн. конференции. – М.: Научно-инженерное информ. агентство, 2009. – С. 49–59.

8. Пат. 18935 Республика Казахстан, МПК7 H02H 3/08. Фильтр тока обратной последовательности для электроустановки с токопроводами, расположенными по вершинам треугольника / А.Б. Жантлесова, М.Я. Клецель; заявитель и патентообладатель «Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова». – № 2006/0109.1; заявл. 06.02.2006; опубл. 15.11.2007, Бюл. № 11. – 7 с.

9. Правила устройства электроустановок. – СПб.: ДЕАН, 2000.

10. Сирота И.М., Шурин В.М. Фильтры симметричных составляющих в цепях с дистанционными датчиками // Электричество. – 1971. – № 11. – С. 26–31.

11. Трансформаторы тока / В.В. Афанасьев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергия, 1989. – 416 с.

12. Dupraz J.P., Jung T., Roussel Ph., Aeschbach H. The integration of electronic CTs and VTs in power switchgear: challenges and choices // CIGRE. – 2000.

References

1. Baginsky L.V., Bykova L.B., Mikhailov A.K. Features of transitional processes in current transformers at short circuits on earth. Electricity. 1998. no. 7. pp. 9–20.

2. Grechukhin V.N., Nuzhdin V.N., Gluskina V.V., Novozhilov I.A., Dmitriev K.S. Experience in the development of current-to-voltage converters on magneto transistor for devices of relay protection and measurements. Energetik., 1997. no. 6. pp. 14–16.

3. Karabanov S.M., Maizels R.M., Shoffa V.N. Hermetic contacts (reed) and products on their basis: the Monography. Dolgoprudny: Publishing House «Intellect». 2011. 408 p.

4. Kletzel M.Y., Maishev P.N., Tokombaev P.N., Zhantlesova A.B. Filter sequence components for electrical installations with current distributor phases of the vertices of the triangle. News of higher education institutions the PROBLEMS of ENERGY. Kazan. Kazan state power engineering University. 2008. no. 3–4. pp. 76–82.

5. Kletzel M.Y., Musin V.V. Selection of current operation of the overcurrent protection system without transformers in the reed. Industrial energy. 1990. no. 4. pp. 32–36.

6. Kletzel M.Y., Musin V.V. About building on reed protection without current transformers. Electrical engineering. 1987. no 4. pp. 11–13.

7. Kozhovich L.A., Bishop M.T. Modern relay protection with current sensors on the basis of Rogowski coils. Modern trends of development of systems of relay protection and automatics of power systems. Cooper Power Systems, USA. Proceedings of the Int. scientific and technical the conference. Moscow. Scientific and engineering inform. Agency. 2009. pp. 49–59.

8. Patent no. 18935, 15.11.2007. / Zhantlesova A.B., Kletzel M.Y., of the Republic of Kazakhstan Patent no. 2006/0109 .1. Statement 06.02.2006. 7 p.

9. Rules of arrangement of electrical installations. Sank-Petersburg. DEAN, 2000.

10. Sirota I.M., Shurin V.M. Filters symmetrical component in circuits with remote sensors. Electricity. 1971. no. 11. pp. 26–31.

11. Current transformers. Century Century Afanasiev [and others]. Issue 2. Leningrad. Energy. 1989. 416 p.

12. Dupraz J.P., Jung T., Roussel Ph., Aeschbach H. The integration of electronic CTs and VTs in power switchgear: challenges and choices. CIGRE. 2000.

Рецензенты:

Кабышев А.В., д.т.н., профессор кафедры ЭПП ЭНИН, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Исаев Ю.Н., д.ф.-м.н., профессор кафедры ЭСиЭ ЭНИН, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 629.5.072.1

ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ БИТОГО ЛЬДА ДВИЖЕНИЮ ПЛОТА В УСЛОВИЯХ ПРОДЛЕННОЙ НАВИГАЦИИ

Злобин А.А., Корпачев В.П., Ушанов С.В.

ФГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», Красноярск, e-mail: aazlobin@yandex.ru

В работе приведены зависимости полного ледового сопротивления, сопротивления воды и чистого ледового сопротивления движению сегмента плота от толщины битого льда, скорости буксировки, длины плота, отношения ширины канна к ширине плота. Эксперимент по определению сопротивления движению плота в условиях продленной навигации проводился с использованием натурного льда и сегмента плота из натурной древесины с линейными размерами $L \times B \times T$ (2,4×0,6×0,1 м), где L – длина сегмента плота, B – ширина сегмента плота, T – осадка сегмента плота. Приведена методика обработки и оптимизации экспериментальных данных, которые позволили получить уравнения регрессии полного ледового сопротивления, сопротивления воды и чистого ледового сопротивления движению сегмента плота. Стандартные ошибки моделей полного ледового сопротивления, сопротивления воды, чистого ледового сопротивления соответственно равны 0,084; 0,012; 0,061, а коэффициенты детерминации – 0,997; 0,980; 0,999.

Ключевые слова: продленная навигация, лесосплав, уравнение регрессии, битый лед, сопротивление, дисперсия

PROCESSING OF EXPERIMENTAL DATA RESISTANCE BROKEN ICE MOVEMENT RAFT IN THE WORKS FLOATING TIMBER EXTENSION OF NAVIGATION

Zlobin A.A., Korpachev V.P., Ushanov S.V.

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, e-mail: aazlobin@yandex.ru

In this work the dependence of the total ice resistance, water resistance and resistance to movement of pure ice raft segment of the thickness of broken ice, towing speed, length raft ratio of the width to the width of the raft eland. Experiment to determine the resistance to movement of the raft in the extended navigation was performed using full-scale segment of the ice and a raft of full-scale timber with linear dimensions $L \times B \times T$ (2,4×0,6×0,1 m), where L – length segment of the raft, B – width of the segment raft, T – draught segment raft. The methods of processing and optimization of the experimental data, which gave a complete regression of the ice resistance, water resistance and resistance to movement of pure ice raft segment. Standard errors of models full of ice resistance, water resistance, resistance of pure ice, are respectively 0,084; 0,012; 0,061, and the coefficients of determination – 0,997; 0,980; 0,999.

Keywords: prolonged navigation, rafting, regression equation, broken ice, resistance, variance

Современный уровень развития ледокольной техники позволяет организовать транспортировку лесоматериалов по рекам и водохранилищам в продленный период навигации. Продление навигации может быть обеспечено прокладкой каналов в ледовом поле в ранне-весенний и осенний периоды навигации [2; 4].

В связи с этим возникает необходимость аналитического и экспериментального исследования закономерностей движения плота в ледовом канале.

Цель исследования – получить математические модели полного ледового сопротивления, сопротивления воды, чистого ледового сопротивления движению плота в зависимости от длины плота, толщины льда, скорости буксировки, отношения ширины канала к ширине плота.

Для получения опытных данных был проведен полнофакторный трехуровневый эксперимент по определению чистого ледового сопротивления движению плота. В силу ограниченности условий проведения опытов была взята модель сегмента плота масштабом 1:15 с линейными размерами $L \times B \times T$ (2,4×0,6×0,1 м), где L – длина сегмента плота, B – ширина сегмента плота, T – осадка сегмента плота. Гидродинамические условия смоделированы с учетом критерия подобия Фруда [1]. Опыты проводились с натурным льдом в полевых условиях на озере острова Татышева (56°01′43″N 92°56′47″E). В качестве входных регулируемых параметров были приняты (табл. 1):

- Длина сегмента плота ($L_{пл}$) –

$$x_1 = \frac{L_{пл} - 1{,}6}{0{,}8}.$$

- Толщина битого льда в канале ($h_л$) –

$$x_2 = \frac{h_л - 0{,}012}{0{,}05}.$$

- Скорость буксировки сегмента плота в ледовом поле ($\upsilon_{пл}$) –

$$x_3 = \frac{\upsilon_{пл} - 0{,}2}{0{,}1}.$$

● Отношение ширины канала к ширине сегмента плота ($K_в$) –

$$x_4 = \frac{K_в - 1{,}6}{0{,}4}.$$

Таблица 1

Входные регулируемые параметры эксперимента по определению сопротивления битого льда движению плота

Уровень	Значения факторов				
	X_i	$L_{пл}$, м	$h_л$, м	$\upsilon_{пл}$, м/с	$K_в$
1	–1	0,8	0,007	0,1	1,2
2	0	1,6	0,012	0,2	1,6
3	+1	2,4	0,017	0,3	2

Функциями отклика связывающие входные параметры, характеризующие результаты эксперимента, с варьируемыми переменными, являются:

– Полное ледовое сопротивление ($\delta_п$), Н.

– Сопротивление воды ($\delta_в$), Н.

– Чистое ледовое сопротивление ($\delta_{чл}$), Н; $\delta_{чл} = \delta_п - \delta_в$.

При числе параллельных опытов $m = 5$ и числе уровней каждого фактора, равного трем, получено 405 опытных значений в каждой функции отклика.

Обработка экспериментальных данных проведена в математическом пакете Mathcad.

Дисперсия воспроизводимости S_v^2 и ошибки опытов (воспроизводимости) S_v, расчетные значения критерия Кохрена Gp для полного ледового сопротивления $\delta_п$, сопротивления воды $\delta_в$ и чистого ледового сопротивления $\delta_{чл}$ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения дисперсий воспроизводимости S_v^2, ошибок опытов S_v и расчетных значений критерия Кохрена Gp для $\delta_п$, $\delta_в$, $\delta_{чл}$

	$\delta_п$	$\delta_в$	$\delta_{чл}$
S_v^2	0,0005	0,0003	0,0008
S_v, Н	0,0233	0,016	0,028
Gp	0,038	0,034	0,039

Гипотеза однородности дисперсий не отклоняется при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ ($Gp < G_{таб} = 0{,}059$, где $G_{таб}$ – критическое значение критерия Кохрена).

Математическая модель полнофакторного эксперимента, описывающая зависимость ледового сопротивления от рассматриваемых входных величин, содержит 81 коэффициент регрессии. Матрица функций от входных параметров при коэффициентах модели имеет вид:

$Kf_0 \leftarrow 1$
$Kf_1 \leftarrow x_1$
$Kf_2 \leftarrow x_1^2$
$Kf_3 \leftarrow x_2$
$Kf_4 \leftarrow x_1 \cdot x_2$
$Kf_5 \leftarrow x_1^2 \cdot x_2$
$Kf_6 \leftarrow x_2^2$
$Kf_7 \leftarrow x_1 \cdot x_2^2$
$Kf_8 \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2$
$Kf_9 \leftarrow x_3$
$Kf_{10} \leftarrow x_1 \cdot x_3$
$Kf_{11} \leftarrow x_1^2 \cdot x_3$
$Kf_{12} \leftarrow x_2 \cdot x_3$
$Kf_{13} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$
$Kf_{14} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3$
$Kf_{15} \leftarrow x_1^2 \cdot x_3$
$Kf_{16} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3$
$Kf_{17} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3$
$Kf_{18} \leftarrow x_3^2$
$Kf_{19} \leftarrow x_1 \cdot x_3^2$
$Kf_{20} \leftarrow x_1^2 \cdot x_3^2$
$Kf_{21} \leftarrow x_2 \cdot x_3^2$
$Kf_{22} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_3^2$
$Kf_{23} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3^2$
$Kf_{24} \leftarrow x_2^2 \cdot x_3^2$
$Kf_{25} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3^2$
$Kf_{26} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3^2$
$Kf_{27} \leftarrow x_4$
$Kf_{28} \leftarrow x_1 \cdot x_4$
$Kf_{29} \leftarrow x_1^2 \cdot x_4$
$Kf_{30} \leftarrow x_2 \cdot x_4$
$Kf_{31} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_4$
$Kf_{32} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_4$
$Kf_{33} \leftarrow x_2^2 \cdot x_4$
$Kf_{34} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_4$
$Kf_{35} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_4$
$Kf_{36} \leftarrow x_3 \cdot x_4$
$Kf_{37} \leftarrow x_1 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{38} \leftarrow x_1^2 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{39} \leftarrow x_2 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{40} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{41} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{42} \leftarrow x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{43} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{44} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4$
$Kf_{45} \leftarrow x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{46} \leftarrow x_1 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{47} \leftarrow x_1^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{48} \leftarrow x_2 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{49} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{50} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{51} \leftarrow x_2^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{52} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{53} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4$
$Kf_{54} \leftarrow x_4^2$
$Kf_{55} \leftarrow x_1 \cdot x_4^2$
$Kf_{56} \leftarrow x_1^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{57} \leftarrow x_2 \cdot x_4^2$
$Kf_{58} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_4^2$
$Kf_{59} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_4^2$
$Kf_{60} \leftarrow x_2^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{61} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{62} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{63} \leftarrow x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{64} \leftarrow x_1 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{65} \leftarrow x_1^2 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{66} \leftarrow x_2 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{67} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{68} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{69} \leftarrow x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{70} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{71} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4^2$
$Kf_{72} \leftarrow x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{73} \leftarrow x_1 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{74} \leftarrow x_1^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{75} \leftarrow x_2 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{76} \leftarrow x_1 \cdot x_2 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{77} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{78} \leftarrow x_2^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{79} \leftarrow x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$
$Kf_{80} \leftarrow x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3^2 \cdot x_4^2$

Для оптимизации и сжатия математической модели (уменьшения размерности ее коэффициентов) принято условие 5%-й ошибки от среднего значения выходных значений, что допустимо при проведении технологических расчетов лесосплавных работ.

По составленной программе в системе MathCad для каждой из моделей вычислены их коэффициенты матричным методом наименьших квадратов, расчетные значений δ, стандартные ошибки коэффициентов, расчетные значения критерия Стьюдента оценки значимости отличия коэффициентов от нуля, дисперсии адекватности, стандартные ошибки и коэффициенты детерминации моделей, проведена оценка адекватности модели по критерию Фишера и выполнена процедура сжатия модели [3, 5].

После выполнения процедуры сжатия в математических моделях $\delta_п$, $\delta_в$, $\delta_{чл}$ осталось соответственно 12; 7 и 15 коэффициентов регрессии:

$$\delta_п = 0,874 + 0,074 \cdot x_1 + 1,666 \cdot x_2 + 0,216(x_1 \cdot x_2) + 1,465 \cdot x_2^2 +$$
$$+0,199\left(x_1 \cdot x_2^2\right) + 0,091\left(x_1^2 \cdot x_2^2\right) + 0,102 \cdot x_3 + 0,179\left(x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3\right) +$$
$$+0,141\left(x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3\right) - 0,199 \cdot x_4^2 - 0,102\left(x_2 \cdot x_4^2\right);$$

$$\delta_в = 0,503 + 0,059 \cdot x_1 + 0,013 \cdot x_1^2 + 0,07 \cdot x_3 + 0,014 \cdot x_3^2 - 0,032 \cdot x_4 - 0,011\left(x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4\right);$$

$$\delta_{чл} = 0,357 + 1,607 \cdot x_2 + 0,216\,(x_1 \cdot x_2) + 0,089\left(x_1^2 \cdot x_2\right) + 1,47 \cdot x_2^2 +$$
$$+0,214\left(x_1 \cdot x_2^2\right) + 0,079\left(x_1^2 \cdot x_2^2\right) + 0,045(x_1 \cdot x_2 \cdot x_3) + 0,18\left(x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3\right) +$$
$$+0,048\left(x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3\right) + 0,143\left(x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot x_3\right) - 0,029(x_1 \cdot x_4) - 0,203 \cdot x_4^2 -$$
$$-0,105\left(x_2 \cdot x_4^2\right) + 0,041\left(x_2^2 \cdot x_3 \cdot x_4^2\right).$$

Результаты сопоставления расчетных и фактических значений $\delta_п$, $\delta_в$, $\delta_{чл}$ представлены на рис. 1–3.

Стандартные ошибки (*S*), коэффициенты детерминации (R^2) и число степеней свободы (*f*) полученных моделей представлены в табл. 3.

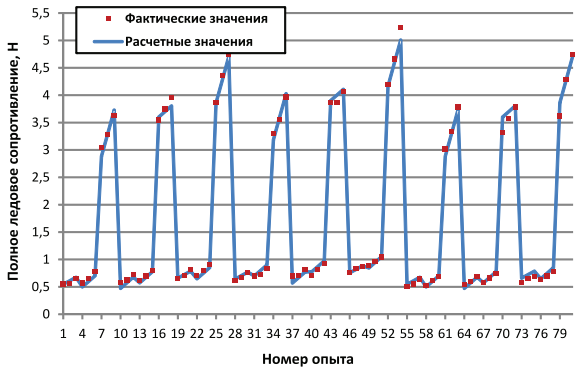


Рис. 1. Расчетные и фактические значения ледового сопротивления движению сегмента плота

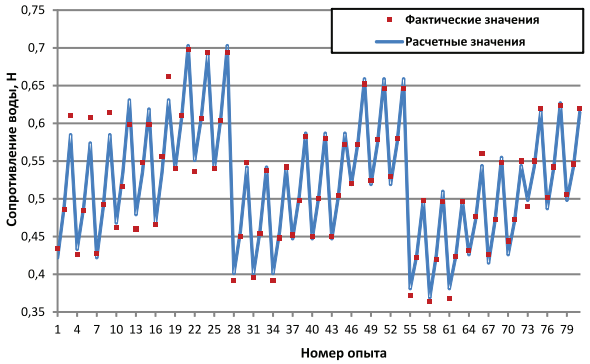


Рис. 2. Расчетные и фактические значения сопротивления воды движению сегмента плота

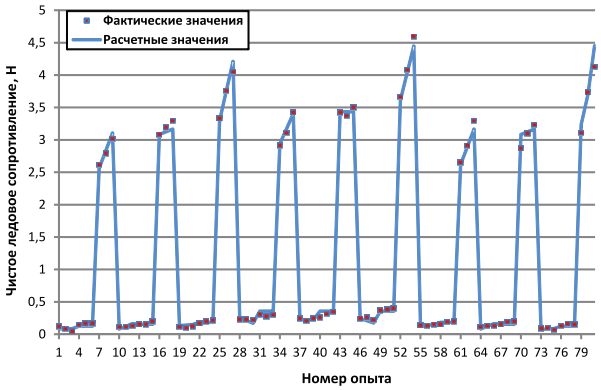


Рис. 3. Расчетные и фактические значения чистого ледового сопротивления движению сегмента плота

Таблица 3

Характеристики точности моделей $\delta_п$, $\delta_в$, $\delta_{чл}$

	$\delta_п$	$\delta_в$	$\delta_{чл}$
S	0,084	0,012	0,061
R^2	0,997	0,99995	0,999
f	69	74	66

Выводы

Получены адекватные эксперименту модели полного ледового сопротивления, сопротивления воды, чистого ледового сопротивления движению плота, учитывающие скорость буксировки, длину плота, толщину льда в канале, отношение ширины канала к ширине плота. Полученные результаты необходимы для определения оптимальных условий организации лесосплавных работ в период продленной навигации и соответствующих технико-экономических показателей.

Список литературы

1. Злобин А.А., Максимова Е.М. Проведение эксперимента в полевых условиях по определению сопротивления битого льда движению плота // Новые идеи нового века: материалы Международной научной конференции. – Хабаровск, 2013. – Т. 2. – С. 288–293

2. Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях: монография. – Л.: Судостроение, 1986. – 208 с.

3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

4. Корпачев В.П. Теоретические основы водного транспорта леса: монография. – М.: Академия Естествознания, 2009. – 237 с.

5. Ушанов С.В. Параметрическая и идентификация моделей. – Красноярск: Антера-принт, 2012. – 212 с.

References

1. Zlobin A.A., Maksimov E.M. International scientific conference «New ideas of the new century – Experiments in the field to determine the resistance to the movement of broken ice raft – Khabarovsk, 2013,Vol. 2, pp. 288–293.

2. Zuev V.A. Means extension of navigation on inland waterways: monograph. Leningrad, Shipbuilding., 1986. 208 p.

3. Kobzar A.I. Applied Mathematical Statistics. For engineers and scientists. Moscow, FIZMATLIT., 2006. 816 p.

4. Korpachev V.P. Theoretical Foundations of water transport timber: monograph. Moscow: Academy of Natural Sciences, 2009. 237 p.

5. Ushanov S.V., Parametric modeling and identification. Krasnoyarsk, Antera-print, 2012. 212 p.

Рецензенты:

Полетайкин В.Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии и машин природообустройства, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», г. Красноярск;

Лозовой В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии и оборудования лесозаготовок, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 629.331

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ НА СЦЕПЛЯЕМОСТЬ СИНТЕТИЧЕСКОГО МИНЕРАЛЬНОГО СПЛАВА С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

Игнатова А.М.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: ignatovaanna2007@rambler.ru

Повысить сцепляемость арматуры и синтетических минеральных сплавов возможно двумя способами – выбрать более близкий по тепловому расширению материал для армирования или скорректировать состав шихты для получения синтетического минерального сплава, ведь известно, что манипуляции с концентрацией оксидов в их составе могут обеспечить различные значения теплового расширения. Повлиять на тепловое расширение симинала возможно при корректировке его состава. Так, концентрация диоксида кремния SiO_2 – 25–45 %, масс. в составе симиналов снижает КТР, а минимальные значения КТР обеспечиваются при концентрации 35–42 %, масс.; концентрация оксида алюминия Al_2O_3 – 10–35 %, масс. снижает КТР симиналов, а выше данной концентрации способствует его повышению; концентрации оксида магния MgO – 15–25 %, масс. и оксида кальция CaO – 5–15 %, масс. способствуют снижению КТР симиналов.

Ключевые слова: синтетические минеральные сплавы, армирование, коэффициент термического расширения

INVESTIGATION OF FACTORS FOR THERMAL EXPANSION ADHESION SYNTHETIC MINERAL ALLOYS WITH THE METAL REINFORCEMENT

Ignatova A.M.

FGBOU VPO «Permskij nacional'nyj issledovatel'skij politehnicheskij universitet», Perm, e-mail: ignatovaanna2007@rambler.ru

Improve the adhesion reinforcement and synthetic mineral alloys of two ways – select a closer on the thermal expansion material for reinforcement or adjust the composition of the charge for synthetic mineral alloy, it is well known that the manipulation of the concentration of oxides in their composition may provide different values of thermal expansion. Influence the thermal expansion siminala possible to adjust its composition. Thus, the concentration of silicon dioxide SiO_2 – 25–45 %, wt. in the siminalov reduces CTE, and the minimum values of CTE are provided at a concentration of 35–42 % wt., the concentration of aluminum oxide Al_2O_3 – 10–35 %, wt. reduces CTE siminalov and above this concentration it promotes increase; concentration of magnesium oxide MgO – 15–25 %, wt. calcium oxide CaO and – 5–15 % wt. help reduce the CTE siminals.

Keywords: synthetic mineral alloys, reinforcing thermal expansion coefficient

Изделия из синтетических минеральных сплавов (симиналов) обычно предназначены для работы в условиях статических нагрузок [1], однако часто при их эксплуатации могут возникать динамические или ударно-волновые воздействия [2], в результате которых в материале неизбежно будут образовываться трещины, что естественно приведет к невозможности их дальнейшей эксплуатации. В ряде случаев таких ситуаций можно избежать при условии армирования изделий, благодаря внутреннему каркасу, даже изделия с развитыми магистральными трещинами могут сохранять свою функциональность, пусть и непродолжительное время.

Возможность применения стальной арматуры при изготовлении изделий из симиналов требует предварительного изучения как влияния режимов производства армированных симиналов, так и влияния состав симиналов и арматуры на сцепляемость каркаса с материалом. Известно, что прочность сцепления симиналов и металла определяется преимущественно силами химического взаимодействия. Однако механическое удерживание симинала на поверхности металла зависит в значительной степени от коэффициентов теплового расширения как металла, так и симинала, а также от температуры плавления и механической прочности симиналов.

Настоящая работа рассматривает влияние коэффициентов теплового расширения на сцепляемость симинала с поверхностью металлической арматуры без учета химического сцепления.

Объектом исследования являются симиналы, полученные на основе минерального сырья Пермского края (состав 2), Среднего Урала (состав 1) и металлические конструкционные материалы марок Ст. 3, Ст. 5, Св. 08 и 25, их составы указаны в табл. 1 и 2.

Коэффициент теплового расширения (КТР) соответствующих составов симиналов были установлены экспериментально при измерениях, выполненных на дифференциальном дилатометре марки NETZSCH DIL 402C [3]. Дилатометр состоит из цилиндра, сделанного из материала с известным КТР, который закреплен одним концом и помещен в нагреватель.

В конце цилиндра располагается образец. Напротив образца устанавливается стержень, сделанный из того же материала, что и цилиндр. Другой конец стержня соединяется с устройством, способным фиксировать даже очень малое изменение своего положения. Нагревание пространства вокруг образца вызывает его расширение, а также расширение цилиндра. Если КТР образца отличается от КТР материала аппаратуры, то конец стержня сместится на расстояние, зависящее от длины образца и разницы КТР образца и материала аппаратуры. Для определения истинного КТР образца необходимо вводить коррекцию на расширение материала аппаратуры.

Таблица 1

Оксидный состав образцов симиналов

Материал (симинал)	Содержание компонентов, % масс.										
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$FeO + Fe_2O_3$	MnO	MgO	CaO	$K_2O + Na_2O$	Cr_2O_3	CaF_2	п.п.п.
Состав 1 на основе горнблендита	47,3	2,3	12,5	14,3	-	8,3	9,5	2,1	0,5	-	3,2
Состав 2 на основе габбро-диабаза	48,6	4,4	12,4	8,6	0,2	3,7	8,3	3,5	-	-	3,77
Состав 20	21,5	-	29,5	-	-	11,0	6,0	-	-	29,0	3,0
Состав 28	7,5	-	38,0	-	-	2,0	39,0	-	-	12,5	1,0
Состав 70	6,5	-	30,0	-	-	-	30,0	-	-	30,0	3,5%

Таблица 2

Химический состав конструкционных сталей

Марки стали	Содержание компонентов, % масс.										
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
Ст.3	0,14–0,22	0,15–0,3	0,4–0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08	~97
Ст.5	0,28–0,37	0,05–0,15	0,5–0,8	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08	~97
Св. 08	0,08	до 0,03	0,35–0,6	0,25	до 0,03	до 0,03	0,12	–	0,25	–	~98,5
25	0,22–0,3	0,17–0,37	0,5–0,8	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	–	–	до 0,08	~97

Образец, который помещается против плоской стенки измерительной системы, при нагревании перемещается в горизонтальном направлении пружинным толкателем. Это перемещение образца относительно либо цилиндра системы, либо второго стержня-толкателя измеряется с помощью LVDT (линейный датчик дифференциальной переменной).

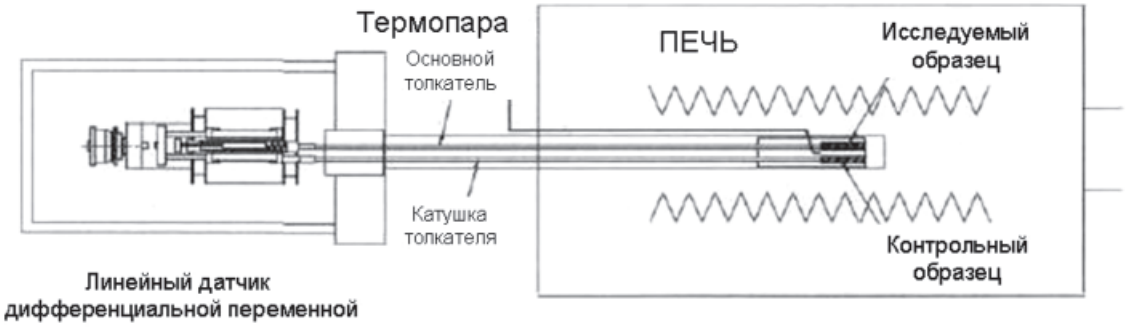


Схема двойного дифференциального дилатометра

Элементы системы измерения и тяги, как правило, сделаны из оксида алюминия или оксида кремния (кварца). Средний КТР кварца во всем изучаемом интервале температур составляет лишь $0{,}55 \cdot 10^{-6}\,К^{-1}$, поэтому поправочный коэффициент, учитывающий расширение материала аппаратуры, достаточно мал.

В настоящей работе в качества стандартного образца использован образец из платины определенной длины. Условием к получению хороших достоверных

результатов исследований является равномерность температуры по образцу и стандарту, оба из которых должны быть плоскими, с параллельными торцами. Дифференциальная точность улучшается, если неизвестный и стандартный образцы близки по характеристикам теплового расширения.

Исследования были проведены на образцах размером 4×4×20 мм, диапазон нагрева 20–1000 °С, скорость нагрева 10 °С/мин, скорость охлаждения 30 °С/мин.

Полученные результаты дилатометрии представлены в табл. 3. Известно [1], что наилучшая сцепляемость силикатного неметаллического материала и металлической поверхности обеспечивается при условии наименьшего КТР силикатного материала и его низкой температуры размягчения [4]. Так же известно, что наилучшая сцепляемость наблюдается у материалов, чьи значения КТР близки друг к другу. То есть чем меньше разница между КТР симинала (α) и армирующего материала (α_{Me}), тем лучше для сцепляемоти [5].

Таблица 3

Коэффициент термического расширения для симиналов и конструкционных сталей

Материал	α_t, 10^6град.$^{-1}$, при температурном интервале									
	20–100	20–200	20–300	20–400	20–500	20–600	20–700	20–800	20–900	20–1000
Состав 1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,9	2,0	2,8	2,8	–
Состав 2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	2,3	2,2	2.6	2,6	–
Состав 20	12,8	12,8	12,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,4	11,2	11,0
Состав 28	9,5	10,0	9,6	9,1	8,8	8,9	9,0	–	–	–
Состав 70	8,4	8,3	8,4	8,0	6.6	8,6	6,8	6,4	–	
Ст. 3	11,9	11,9	12,6	12,9	13,6	13,6	14,6	13,8	12,4	–
Ст. 5	11,9	11,9	12,6	12,9	13,6	13,6	14,6	13,8	12,4	–
Св. 08	12,8	12,8	13,3	13,8	14,0	14,0	18,6	19,0	19,3	–
Сталь 25	12,2	13,0	13,7	14,4	14,7	15,0	15,2	12,7	12,4	13,4

В табл. 3 приведены результаты измерений коэффициентов термического расширения некоторых симиналов и конструкционных сталей. Наименьшим значением величины коэффициента теплового расширения обладают симиналы состава 1 и 2 ($\alpha_1 = 0{,}5–2{,}8\cdot10^{-6}$/°С; $\alpha_2 = 1{,}3–2{,}6\cdot10^{-6}$/°С), более высокие значения α_t (11,0–12,8·10^{-6}/°С) соответствуют симиналу состава 20. В табл. 3 приводятся также результаты измерений коэффициентов α_t для соответствующих марок сталей. Значения величины коэффициентов α_t для сталей приблизительно одинаковы и колеблются в пределах от 11,9 до 19,3.

Из табл. 3 видно, что симинал на основе горнблендита (состав 1) имеет наибольшее отклонение α (0,5–2,8·10^{-6}/°С в области температур 20–1000 °С), от α_{Me}, для симинала на основе габбро-диабаза (состав 2) значения α (1,3-2,6·10^{-6}/°С в области температур 20–1000 °С) на всех интервалах температур также далеки от α_{Me}.

Среди рассмотренных материалов составы 20, 28 и 70 ($\alpha_{20} = 11{,}0–12{,}8\cdot10^{-6}$/°С; $\alpha_{28} = 9{,}0–10{,}0\cdot10^{-6}$/°С; $\alpha_{70} = 6{,}4–8{,}6\cdot10^{-6}$/°С) обладают термическим расширением, схожим с аналогичным свойством сталей Ст. 3, Ст. 5, СВ-08 и Сталь 25 ($\alpha_{ст3} = 14{,}6–11{,}9\cdot10^{-6}$/°С; $\alpha_{ст5} = 14{,}6–11{,}9\cdot10^{-6}$/°С; $\alpha_{св\text{-}08} = 12{,}8–19{,}3\cdot10^{-6}$/°С; $\alpha_{сталь25} = 12{,}2–15{,}2\cdot10^{-6}$/°С) в наибольшей степени.

Очевидно, что сцепляемость симинала с поверхностью армирующего каркаса из конструкционных сталей будет увеличиваться с уменьшением разности между коэффициентами термического расширения симинала и металла.

При более низком значение α_t симинала, чем α_t метала, симинал, охлаждаясь, сжимается медленнее, чем металл. При этом возникают напряжения сжатия, и симинал самопроизвольно отскакивает от поверхности арматурного каркаса, то есть сцепляемость уменьшается.

Если коэффициент теплового расширения симинала α_t больше, чем α_t металла, то симинал сжимается быстрее, чем металл, и вследствие этого возникают растрескивающие усилия, что не способствует ухудшению сцепляемости (ситуация очень редкая).

Таким образом, можно заключить, что чем больше разность (абсолютная величина) между коэффициентами термического расширения симинала и металла, тем хуже сцепляемость симинала с поверхностью арматурного каркаса (при отсутствии учета химического сцепления).

Очевидно, что повысить сцепляемость арматуры и симинала возможно двумя

способами – выбрать более близкий по тепловому расширению материал для армирования или скорректировать состав симинала, ведь известно, что манипуляции с концентрацией оксидов в их составе могут обеспечить различные значения теплового расширения [2]. Повлиять на тепловое расширение симинала возможно при корректировке его состава. Так [3], концентрация SiO_2 – 25–45 %, масс. в составе симиналов снижает КТР, а минимальные значения КТР обеспечиваются при концентрации 35–42 %, масс.; концентрация Al_2O_3 – 10–35 %, масс. снижает КТР симиналов, а выше данной концентрации способствует его повышению; концентрации MgO – 15–25 %, масс. и CaO – 5–15 %, масс. способствуют снижению КТР симиналов.

Список литературы

1. Коэффициент термического расширения синтетических минеральных сплавов с фазовым разделением / М.Н. Игнатов, А.М. Игнатова, А.О. Артемов, А.Ю. Чумаченко, Л.И. Шевцова // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2013. № 2. – С. 49–53.

2. Изучение влияния оксидного состава и температуры на коэффициент термического расширения синтетических минеральных сплавов / М.Н. Игнатов, А.М. Игнатова, А.О. Артемов, Л.И. Шевцова, А.Ю. Чумаченко // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2013. № 1. – С. 86-89.

3. Исследование зависимости коэффициентов термического расширения металла шва и сварочных шлаков от температуры в диапазоне 100–1000 °С / М.Н. Игнатов, А.М. Игнатова, С.В. Наумов, Е.Е. Корниенко, А.Ю. Чумаченко // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2012. № 3. – С. 116–119.

4. Игнатова А.М., Игнатов М.Н., Наумов С.В. Применение дифференциальной сканирующей калориметрии для оценки минерального сырья Пермского Края в производстве сварочных материалов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2011. – Т. 13. – № 4. – С. 107–116.

5. Наумов С.В., Игнатова А.М., Игнатов М.Н. Опыт использования минерального сырья Пермского края в производстве сварочных материалов // Современные проблемы машиностроения: сб. трудов МНТК. – Томск: НИ ТПУ. – 2010. – С. 372–377.

6. Наумов С.В., Игнатова А.М. Исследование физико-химических процессов, протекающих при сварке в сварочных материалах на основе техногенных образований // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 150–153.

References

1. Ignatov M.N., Ignatova A.M., Artemov A.O., Chumachenko A.Ju., Shevcova L.I. Kojefficient termicheskogo rasshirenija sinteticheskih mineral'nyh splavov s fazovym razdeleniem // Obrabotka metallov: tehnologija, oborudovanie, instrumenty. 2013. no. 2. pp. 49–53.

2. Ignatov M.N., Ignatova A.M., Artemov A.O., Shevcova L.I., Chumachenko A.Ju Izuchenie vlijanija oksidnogo sostava i temperatury na kojefficient termicheskogo rasshirenija sinteticheskih mineral'nyh splavov// Obrabotka metallov: tehnologija, oborudovanie, instrumenty. 2013. no. 1. pp. 86–89.

3. Ignatov M.N., Ignatova A.M., Naumov S.V., Kornienko E.E., Chumachenko A.Ju. Issledovanie zavisimosti kojefficientov termicheskogo rasshirenija metalla shva i svarochnyh shlakov ot temperatury v diapazone 100–1000 °C // Obrabotka metallov: tehnologija, oborudovanie, instrumenty. 2012. no. 3. pp. 116–119.

4. Ignatova A.M., Ignatov M.N., Naumov S.V. Primenenie differencial'noj skanirujushhej kalorimetrii dlja ocenki mineral'nogo syr'ja Permskogo Kraja v proizvodstve svarochnyh materialov // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Mashinostroenie, materialovedenie. 2011. T. 13. no. 4. pp. 107–116.

5. Naumov S.V., Ignatova A.M., Ignatov M.N. Opyt ispol'zovanija mineral'nogo syr'ja Permskogo kraja v proizvodstve svarochnyh materialov. Sb. trudov MNTK «Sovremennye problemy mashinostroenija». Tomsk: NI TPU. 2010. pp. 372–377.

6. Naumov S.V., Ignatova A.M. Issledovanie fiziko-himicheskih processov, protekajushhih pri svarke v svarochnyh materialah na osnove tehnogennyh obrazovanij//Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. 2012. no. 4. pp. 150–153.

Рецензенты:

Игнатов М.Н., д.т.н., профессор, ведущий специалист НПО «Гелий», г. Пермь;

Файнбург Г.З., д.т.н., профессор, консультант НПО «Гелий», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 20.09.2013.

УДК 687

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ТЕХНОЛОГИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ»

Королева Л.А., Подшивалова А.В., Панюшкина О.В.

ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, e-mail: ludmilakoroleva@rambler.ru

В статье отражены вопросы, связанные с проектированием экспертной системы «Технология» на основе формируемой базы знаний проблемной области «Технология швейных изделий». Авторами рассмотрен методологический подход к разработке экспертных систем, определена область исследований, выявлены теоретические аспекты разработки онтологии предметной области, проведен сравнительный анализ моделей представления знаний и выявлено, что фреймовая модель в наибольшей степени отвечает предъявленным требованиям к моделям представления знаний для проектирования интеллектуальной системы данного типа. Произведена структуризация и формализация знаний проблемной области «Технология швейных изделий» на основе онтологического подхода на этапе принятия технологических решений. Определены характеристики элементов онтологии и описаны их значения. Сформирована классификация классов, подклассов, выявлены характеристики, описывающие данные понятия, и разработана понятийная структура онтологии области «Технология швейных изделий». Создана онтология предметной области «Технология швейных изделий» с помощью инструментального средства – программы Protégé 4.2 beta.

Ключевые слова: экспертная (интеллектуальная) система, предметная/проблемная область, база знаний, онтология, технология швейных изделий, технологический узел, срез детали

ONTOLOGICAL MODEL OF THE SUBJECT AREA OF «THE TECHNOLOGY OF CLOTHING»

Koroleva L.A., Podshivalova A.V., Panyushkina O.V.

Vladivostok State University of Economics and Service (VSUES), Vladivostok, e-mail: ludmilakoroleva@rambler.ru

The article addresses issues related to the design of an expert system «Technology» on the basis of the formed base of domain knowledge «Technology of clothing». The authors examined the methodological approach to the development of expert systems, defined area of research that revealed the theoretical aspects of the subject area of ontology development, a comparative analysis of models of knowledge representation and found that the frame model best meets the required specification to models representing knowledge for the design of an intelligent system of this type. Produced structuring and formalization of domain knowledge «Technology of clothing» on the basis of the ontological approach to the stage of the decision-making process. The characteristics of the elements of ontology and describes their values. Formed classification classes, subclasses, identified the characteristics describing these concepts, and developed a conceptual structure of the ontology of «Technology of clothing». The ontology of subject area of «Technology of clothing» was created with the tool – application «Protégé 4.2 beta».

Keywords: expert (intelligent) system, subject/problem area, knowledge base, ontology, technology of clothing, technology node, cut parts

В настоящее время развитие автоматизации процессов проектирования, в том числе и одежды, не приводит к получению результатов, способных вывести данный процесс на качественно новый уровень [3]. В современных САПР автоматизированы только отдельные проектные процедуры. Задачи, возникающие на ранних стадиях проектирования технических объектов, к которым относятся: формирование технического задания, разработка технического предложения и эскизное проектирование, составление конфекционной и технологической карт решаются в интерактивном режиме инженером-проектировщиком. Реализуемые при этом процедуры связаны с решением слабоструктурированных и трудно формализуемых задач и поэтому сложно поддаются автоматизации в рамках существующей методологии автоматизированного проектирования.

Постоянный прогресс информационных технологий, с одной стороны, и постоянные модификации и рост сложности проектируемых технических систем, с другой, приводят к необходимости рассматривать САПР как архитектуру, обеспечивающую проектировщикам возможность добавления новых свойств и компонент. Структурными компонентами САПР, в том числе одежды, эффективно повышающими качество процесса проектирования, могут стать экспертные системы (ЭС) [2], которые относятся к системам, основанным на знаниях (СОЗ), и образуют вместе с проектирующими подсистемами интеллектуальные информационные системы (ИИС).

Главное достоинство ЭС – возможность накопления знаний и сохранение их длительное время. В отличие от человека к любой информации ЭС подходит объективно, что улучшает качество проводимой экспертизы.

Цель создания экспертных систем – концентрация знаний специалистов в конкретных предметных областях, упрощение процедуры принятия решений пользователями в трудно формализуемых предметных областях, улучшение качества и повышение эффективности принимаемых решений, тиражирование знаний экспертов, автоматизация некоторых рутинных направлений деятельности экспертов [7].

Ядром экспертных систем являются базы знаний соответствующих проблемных областей (ПО), например, ПО «Технология швейных изделий» (ПО ТШИ). Определенная организация знаний в БЗ позволяет их легко определять, модифицировать и пополнять.

Способ представления знаний в ИИС характеризуется моделью представления знаний. Фреймовая модель универсальна в использовании, имеет многоуровневую структуру представления данных, быстрый и прямолинейный доступ к информации, отображает взаимосвязи между объектами, что отвечает требованиям интегрированной системы автоматизированного проектирования одежды (ИСАПРо), ее подсистем, в том числе экспертной системы «Технология» [5].

Реализация фреймовой модели возможна посредством онтологического подхода, который заключается в разработке онтологии исследуемой проблемной области. Онтология – это точная спецификация некоторой предметной области, например, «Технология швейных изделий» (ТШИ). Использование онтологий наиболее активно происходит в области систем управления знаниями, а также в области многоагентных интеллектуальных систем [1].

Цель исследования – разработка онтологии предметной области «Технология швейных изделий» на этапе принятия технологических решений.

Методы исследования: системный подход, методы системного анализа, онтологический подход, методы интеллектуализации, поддержки принятия решений, средства и методы интерфейса пользователя.

Результаты исследования и их обсуждение

Потребность в разработке онтологий возникает по следующим причинам [8]: для совместного использования людьми или программными агентами общего понимания структуры информации; для возможности повторного использования знаний предметной области; для того чтобы сделать допущения предметной области явными; для отделения знаний предметной области от оперативных знаний; для анализа знаний предметной области.

Онтология представляет собой формальное явное описание понятий в рассматриваемой предметной области (классов (иногда их называют понятия)), свойств каждого понятия, описывающих различные свойства и атрибуты понятия (слотов (иногда их называют ролями или свойствами)), и ограничений, наложенных на слоты (фацетов (иногда их называют ограничениями ролей)).[6] Онтология вместе с набором индивидуальных экземпляров классов образует базу знаний, например, экспертной системы «Технология».

Процесс построения онтологии предметной области состоит из следующих основных этапов [4]: определение области и масштаба онтологии; рассмотрение вариантов повторного использования существующих онтологий; перечисление важных терминов в онтологии; определение классов и иерархии классов; определение свойств классов – слотов; определение фацетов слотов; создание экземпляров.

Для преобразования данных предметной области ТШИ о методах технологической обработки (МТО) посредством онтологии, которая позволяет представить информацию в адаптированном для информационных технологий виде, в ходе исследования было принято решение отойти от общепринятой классификации МТО и названий срезов основных деталей, деталей прокладки и приклада. Это позволяет осуществлять поиск МТО по заданным параметрам (цельновыкроенность деталей, способы обработки среза, способы закрепления среза, вид материала, наличие вспомогательных деталей (планки, обтачки, тесьма, косая бейка, лея и т.д.), ориентации основных деталей (левая и правая части), способам установки фурнитуры и выполнения закрепок (специальные п/автоматы, вручную). В данном случае выбор методов обработки производится независимо от ассортимента (пальтово-костюмный, платьево-блузочный), группы (плечевая, поясная), вида изделий (брюки, юбки, платья, пальто, шорты и т.д.) и используемых материалов, что упрощает и ускоряет процесс принятия технологических решений.

В соответствии с правилами разработки онтологий, проведен анализ исследуемой предметной области и выявлены основные ее понятия – классы: срезы деталей и технологические узлы (ТУ); подклассы и экземпляры. Обобщенная структурная схема элементов онтологии предметной области «Технологии швейных изделий» представлена на рис. 1.

Рис. 1 Обобщенная структурная схема элементов онтологии предметной области «Технология швейных изделий»

В качестве примера результатов проведенного исследования рассмотрен класс «Срезы деталей» и подкласс «Обработка низа» класса «Технологические узлы». Построение структуры онтологии происходит по принципу соподчинения. На рис. 2 представлена структура класса «Срезы деталей», который делится на подклассы: «Срез низа» «Внутренний срез дополнительной детали», «Стабилизация», «Закрепление припусков швов». Каждый подкласс описан определенными экземплярами, например, подкласс «Внутренний срез дополнительной детали» включает следующие экземпляры: необработанный, подогнутый, обтачанный, окантованный, обработанный притачными деталями, обработанный накладным швом.

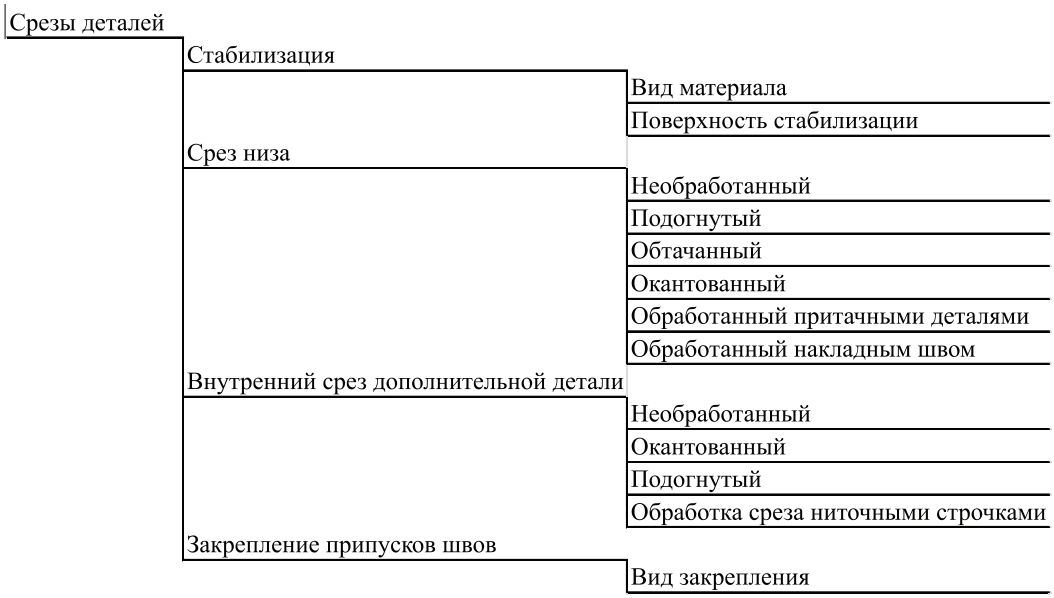


Рис. 2. Структура класса «Срезы деталей»

Класс «Технологический узел» делится на подклассы, один из них – «Обработка низа» (рис. 3). В подкласс «Обработка низа» входят определенные экземпляры, такие как низ (плечевых изделий, низ юбок), низ рукава, низ брюк.

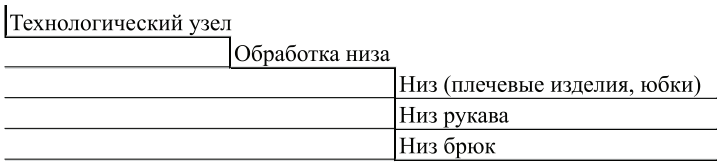


Рис. 3. Структура класса «ТУ», подкласс «Обработка низа»

Каждое из понятий предметной области, то есть каждый из классов, подклассов и экземпляров имеет определенный набор характеристик, описывающих эти понятия. При этом для онтологии характерно выполнение принципа наследования, когда подклассы, следовательно, и их экземпляры, объединенные в иерархии общим классом, автоматически наследуют слоты, установленные для этого класса. Таким образом, классу «Срезы деталей» присваиваются слоты, общие для всех срезов. Затем выявляются и дополняются к общим слоты, характерные для каждого из подклассов класса «Срезы деталей», и далее в зависимости от степени детализации онтологии. Выявление слотов элементов онтологии необходимо для составления формы описания конечных экземпляров онтологии. В данном случае конечными экземплярами классов «Срезы деталей» и «Технологические узлы» являются методы технологической обработки низа.

Характеристики подкласса «Обработка низа» класса «Технологические узлы» представлены срезами деталей, а значение этих характеристик – способами обработки. Структура построена таким образом, чтобы исключить многократные повторения идентичных способов обработки различных технологических узлов (табл. 1). Характеристики класса «Срезы деталей» представлены способами обработки срезов и отображены в табл. 2 (фрагмент).

Таблица 1

Характеристика подкласса «Обработка низа» класса «Технологические узлы»

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
Срез низа	Цельновыкроенный Обтачанный Окантованный Обработанный с притачными деталями Обработанный накладным швом Обработка среза ниточными строчками	Определение	0 или 1
Внутренний срез дополнительной детали	Окантованный Подогнутый Обработка среза ниточными строчками	Определение	0 или 1
Закрепление	В чистый край Вспушку Отделочная строчка Положение отделочной строчки	Графическое изображение	0 или 1

Таблица 2 (фрагмент)

Характеристика класса «Срезы деталей»

Наименование характеристики	Значение характеристики	Тип значения характеристики	Мощность характеристики
Цельновыкроенность основной детали	С припуском на обработку С подкладкой манжеты	Определение	0 или 1
Наличие дополнительной детали	Обтачка Бейка Усилитель среза детали Манжета Подкладка манжеты Брючная тесьма	Определение	0 или 1 и более

Для проектирования БЗ экспертной системы «Технология» создана онтология предметной области «Технология швейных изделий», с помощью инструментального средства-программы Protégé 4.2 beta [9]. Рис. 4 демонстрирует диалоговое окно программы Protégé 4.2 beta, в котором представлены экземпляры подкласса «Внутренний срез дополнительной детали» класса «Срезы деталей».

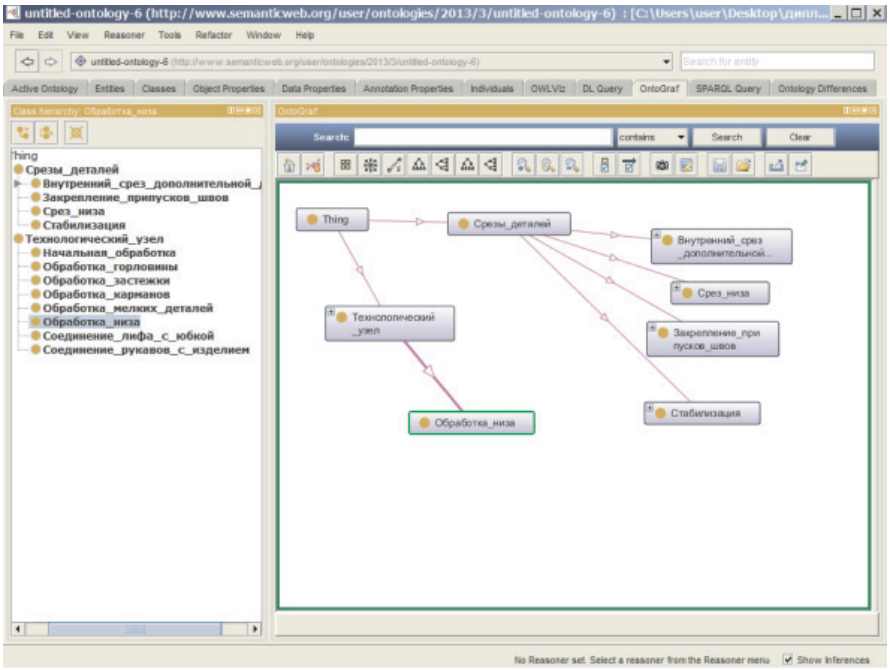


Рис. 4. Диалоговое окно программы Protégé 4.2 beta: экземпляры подкласса «Внутренний срез дополнительной детали» класса «Срезы деталей»

Выводы

Произведена структуризация и формализация знаний предметной области «Технология швейных изделий» на основе онтологического подхода. Определены характеристики элементов онтологии и описаны их значения. Создана онтология предметной области «Технология швейных изделий», составляющая основу базы знаний исследуемой проблемной области. Полученные результаты позволяют перейти к разработке экспертной системы «Технология», объективизировать и на более высоком уровне автоматизировать процесс выбора методов технологической обработки.

Список литературы

1. Гаврилова Т.А. Использование онтологий в системах управления знаниями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.big.spb.ru/publications/bigspb/km/use_ontology_in_suz.shtml (дата обращения: 24.08.2013).

2. Ездаков А.Л. Экспертные системы САПР: учебное пособие. – М.: ИД «Форум», 2012. – 162 с.

3. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. – М.:ДМК Пресс, 2012. – 192 с.

4. Моделирование и экспертные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.uspi.ru/mathem&inform/lek5/lek_5.htm (дата обращения: 22.08.2013).

5. Подшивалова А.В. Совершенствование автоматизированного проектирования одежды на основе интеллектуализации процесса конфекционирования материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2011. – 22 с.

6. Разработка онтологии 101: руководство по созданию Вашей первой онтологии / Наталья Ф. Ной (Natalya F. Noy) и Дэбора Л. МакГиннесс, Стэнфордский Университет, Стэнфорд, Калифорния, 94305.

7. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010. – 423 с.

8. Цели создания онтологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.intuit.ru/department/expert/ontoth/1/2.html (дата обращения: 20.08.2013).

9. Protege 4.2 beta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://translate.yandex.ru/translate?srv = yasearch&url = http%3A%2F%2Fprotege.stanford.edu%2F&lang = en-ru&ui = ru (дата обращения: 26.03.2013).

References

1. Gavrilova T.A. Ispol'zovanie ontologij v sistemah upravlenija znanijami [E`lektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.big.spb.ru/publications/bigspb/km/use_ontology_in_suz.shtml (data obrashhenija: 24.08.2013).

2. Ezdakov A.L. Jekspertnye sistemy SAPR: uchebnoe posobie. M.: ID «Forum», 2012. 162 p.

3. Maljuh V.N. Vvedenie v sovremennye SAPR: Kurs lekcij. M.:DMK Press, 2012. 192 p.

4. Modelirovanie i e`kspertnye sistemy [E`lektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://sdo.uspi.ru/mathem&inform/lek5/lek_5.htm (data obrashhenija: 22.08.2013).

5. Podshivalova A.V. Sovershenstvovanie avtomatizirovannogo proektirovanija odezhdy na osnove intellektualizacii processa konfekcionirovanija materialov: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Vladivostok, 2011. 22 p.

6. Razrabotka ontologii 101: rukovodstvo po sozdaniju Vashej pervoj ontologii / Natal'ja F. Noj (Natalya F. Noy) i Djebora L. MakGinness, Stjenfordskij Universitet, Stjenford, Kalifornija, 94305.

7. Rybina G.V. Osnovy postroenija intellektual'nyh sistem: uchebnoe posobie. M.: Finansy i statistika; INFRA-M, 2010. 423 p.

8. Celi sozdanija ontologii [E`lektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.intuit.ru/department/expert/ontoth/1/2.html (data obrashhenija: 20.08.2013).

9. Protege4.2beta[E`lektronnyjresurs].Rezhimdostupa:http://translate.yandex.ru/translate?srv = yasearch&url = http%3A%2F%2Fprotege.stanford.edu%2F&lang = en-ru&ui = ru (data obrashhenija: 26.03.2013).

Рецензенты:

Шеромова И.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры сервисных технологий, ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», г. Владивосток;

Бойцова Т.М., д.т.н., профессор, директор Института сервиса, туризма и дизайна, ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 378, 004.942

МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Кревский И.Г., Глотова Т.В., Деев М.В.

Пензенский филиал ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства», Пенза, e-mail: itbu58@gmail.com

В настоящее время актуальна концепция непрерывного образования, так как необходима адаптация специалистов к быстро меняющимся экономическим реалиям и развитию техники, что требует частого совершенствования образовательных программ и повышения квалификации персонала. Быстрое устаревание информации ведет к необходимости постоянной актуализации учебно-методических комплексов, которая невозможна без использования современных информационных технологий. Процессы непрерывной подготовки специалистов, создания и развития образовательных программ, поддержки электронных образовательных ресурсов (ЭОР), требующихся при обучении, тесно связаны и требуют комплексной автоматизации для обеспечения качественного и актуального образования. В данной статье проведен анализ жизненного цикла непрерывной подготовки специалистов, а также моделей его поддержки. В результате были спроектированы модели жизненного цикла специалиста, электронных образовательных ресурсов, образовательных программ. На основе полученных моделей был разработан прототип CALS-системы поддержки жизненного цикла ЭОР и их исходных объектов с использованием системы управления контентом Alfresco.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, жизненный цикл, ЭОР, система управления контентом

MODELS OF SUPPORT THE LIFE CYCLE OF CONTINUOUS TRAINING OF SPECIALISTS

Krevskiy I.G., Glotova T.V., Deev M.V.

Penza branch of Russian State University for Innovation Technologies and Business, Penza, e-mail: itbu58@gmail.com

The concept of continuous education for professionals is topical, because it is necessary to adapt to the rapidly changing conditions of modern life. That means that it is important to improve skills regularly as well as to receive relevant knowledge for working in the rapidly developing areas, such as information technology, economics, and law. The quick obsolescence of information leads to the need of constant updating teaching methods, which is impossible without using the modern information technology. A process of continuous training professionals, creation and development of educational programs, support for electronic learning resources, that required for teaching are closely tied and require complex automation to provide quality and relevant education. The analysis of the life cycle of continuous training has been done, as well as models to support it. As a result, the models of life cycle specialist, electronic learning resources and educational programs have been projected. A prototype of CALS-system supporting electronic learning resources and their initial objects with using a content management system Alfresco was developed on the basis of these models.

Keywords: electronic educational resources, life cycle, ESM, content management system

В современных условиях окончание среднего специального или высшего учебного заведения не является конечным уровнем образования, после которого специалист посвятит всю свою жизнь трудовой деятельности по выбранной профессии, как это было еще несколько десятилетий назад. Сейчас актуальна концепция непрерывного образования, необходимо постоянное повышение профессионального уровня и расширение квалификации специалиста для его адаптации к меняющимся условиям профессиональной деятельности, связанное прежде всего с прогрессом науки, технологий и техники. Практически каждые 5 лет происходят значительные изменения в таких областях деятельности как информационные технологии, законодательство, экономика и др. Поэтому требуется регулярное повышение квалификации специалистов, а также возможность быстрой и качественной переподготовки в соответствии с меняющейся экономической ситуацией в стране и мире. Быстрое устаревание информации ведет к необходимости постоянной актуализации учебно-методических комплексов, которая невозможна без использования современных информационных технологий. Процессы непрерывной подготовки специалистов, создания и развития образовательных программ, поддержки электронных образовательных ресурсов (ЭОР), требующихся при обучении, тесно связаны и требуют комплексной автоматизации для обеспечения качественного и актуального образования [2].

В статье исследуются процессы непрерывной подготовки специалистов, развития образовательных программ и поддержки электронных образовательных ресурсов (ЭОР), предлагаются модели жизненных циклов для специалистов, образовательных программ, ЭОР в виде конечных автоматов, которые рассматриваются во взаимосвязи

друг с другом в процессе непрерывного образования.

Жизненный цикл подготовки специалиста рассматривается с позиции непрерывного образования. Модель жизненного цикла специалиста представлена на рис. 1 в виде конечного автомата с использованием диаграммы состояний языка UML [4]. Возможны два состояния, в которых может находиться специалист во время его жизненного цикла: «Обучение» и «Исполнение трудовых обязанностей». Из начального состояния специалист переходит в состояние «Обучение», а к исполнению трудовых обязанностей может приступить только после получения определённого уровня общеобразовательных и профессиональных компетенций. В реальной жизни специалисты могут проходить повышение квалификации без отрыва от своей основной деятельности, но выполнять должностные обязанности, которые требуют определенных компетенций, они смогут только после окончания обучения.

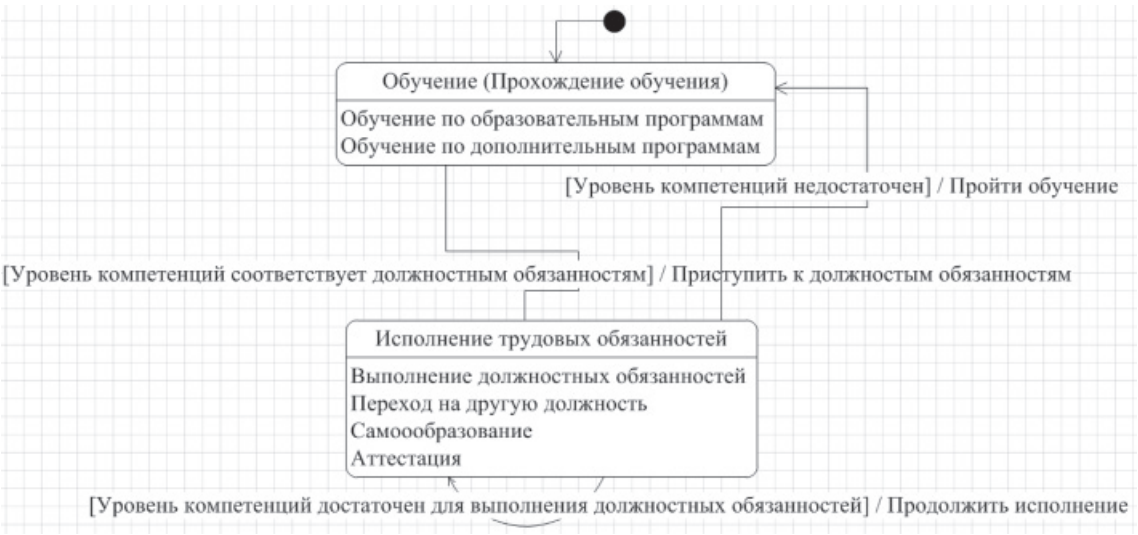


Рис. 1. Модель жизненного цикла специалиста

В состоянии обучения возможны следующие действия: обучение по основным образовательным программам высшего образования: бакалавриат, специалитет, магистратура; подготовка по дополнительным образовательным программам (повышение квалификации, переподготовка). В состоянии «Исполнение трудовых обязанностей» выполняются следующие действия и переходы: выполнение должностных обязанностей; переход на другую должность; аттестация на должность или категорию; самообразование. Переходы автомата показывают необходимость прохождения обучения в случае недостаточного уровня компетенций требуемой должности или категории и переход к исполнению трудовых обязанностей после прохождения обучения. Необходимо отметить, что жизненный цикл специалиста соответствует спиральной и итеративной модели развития.

Для обеспечения необходимых для выполнения трудовых функций компетенций специалистов (осуществления цикла подготовки) необходимо, чтобы было организовано обучение по основным и дополнительным образовательным программам (ОП). Каждая образовательная программа проходит свой жизненный цикл, который также соответствует спиральной или итеративной модели развития (рис. 2). Образовательная программа в соответствии с разработанной моделью может находиться в двух состояниях: «Создание или эволюция программы» (в соответствии с итеративной моделью развития нет разницы между созданием совершенно новой программы и программы, создаваемой на основе уже существующей) и «Реализация ОП», когда идет непосредственно образовательный процесс по ОП.

Основные действия состояния создания (эволюции) программы – это анализ потребностей и требований к программе, планирование программы, разработка программы (создание образовательных ресурсов, в том числе ЭОР, организация информационной среды обучения), создание инструментов оценки программы. В состоянии реализации ОП выполняется выбор технологии обучения, организация учебного пространства и размещение участников, проведение обучения, проведение оценки участников, обратная связь – оценка программы участниками и работодателями. Если ОП перестает соответствовать предъявляемым требованиям (изменились

образовательные стандарты, произошло устаревание знаний, например, изменилось законодательство, информационные технологии или версии программных продуктов и т.п.), она становится неконкурентоспособной и необходимо ее изменение. В этом случае происходит переход в состояние создания (эволюции) программы. С большой долей вероятности этот переход потребует выполнения действия «Создание (эволюция) ЭОР». Необходимо отметить, что возможно существование нескольких версий ОП, например, для пользователей с различным уровнем начальной подготовки. Эта особенность будет учитываться в дальнейшем в информационном моделировании при разработке автоматизированной системы.

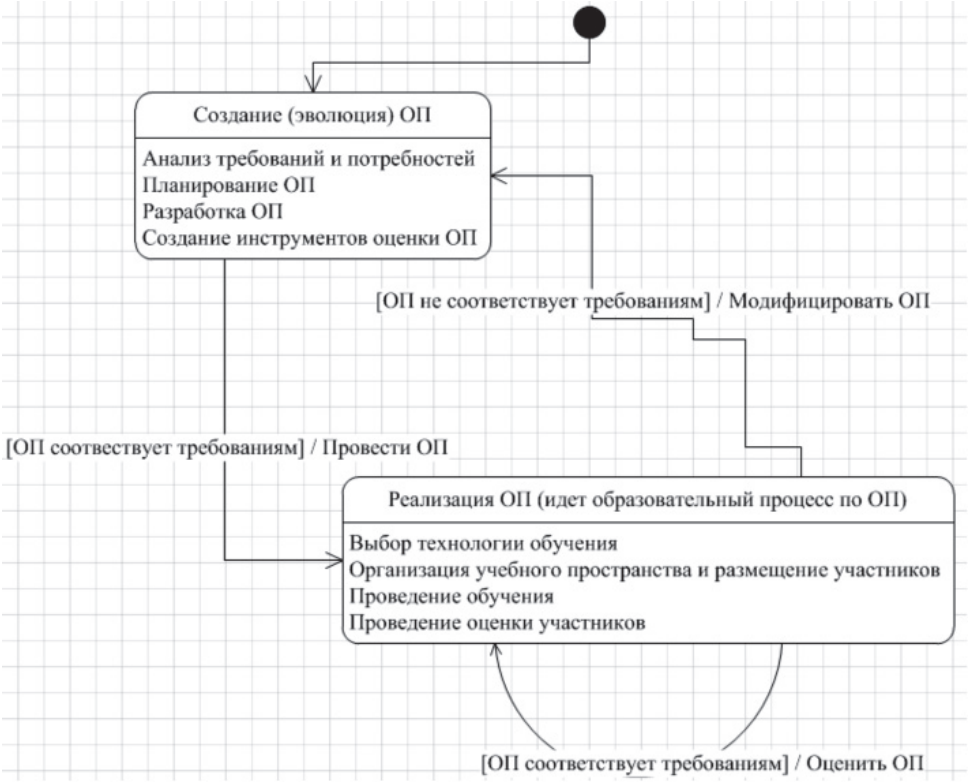


Рис. 2. Модель жизненного цикла ОП

В процессе реализации образовательных программ используются различные технологии обучения, среди которых набирают популярность дистанционные, использующие современные информационно-коммуникационные технологии и ЭОР. Необходимо отметить, что в настоящее время ЭОР используются и в традиционных технологиях обучения, поэтому одним из действий состояния создания (эволюции) образовательной программы является разработка ЭОР [3]. В свою очередь ЭОР проходят свой жизненный цикл, модель которого в виде автомата представлена на рис. 3. Жизненный цикл ЭОР также соответствует спиральной или итеративной модели развития.

Аналогично моделям жизненных циклов специалиста и образовательной программы модель жизненного цикла ЭОР можно представить в виде конечного автомата, имеющего два состояния: создание (эволюция) ЭОР и использование ЭОР в образовательной программе. В состоянии «Создание (эволюция) ЭОР» выполняются следующие действия: анализ требований к ЭОР, проектирование ЭОР, реализация, интеграция объектов, контроль версий, актуализация и обновление ЭОР. При создании системы сопровождения жизненного цикла ЭОР для состояния «создание ЭОР» целесообразно выполнить декомпозицию, представив ее в виде конечного автомата, состояния которого соответствуют вышеперечисленным основным действиям. Однако в данной статье рассматривается общая схема взаимодействия жизненных циклов и допустимо рассматривать укрупненную модель жизненного цикла ЭОР. В состоянии «Использование ЭОР в ОП» возможны следующие действия: изучение материала ЭОР, контроль знаний по материалу ЭОР, выполнение практических заданий по материалу ЭОР и другие. Если ЭОР

не соответствует образовательной программе, требуется изменение ЭОР, т.е. переход к эволюции ЭОР. Необходимо пояснить, что ЭОР состоит из объектов, которые представляют собой также образовательные ресурсы, например, рисунки, схемы, исходные тексты, которые также проходят свой жизненный цикл. Отсюда необходимо действие интеграции и поддержки версий объектов. Одним из требований к работе с ЭОР является требование хранения исходной (первоначальной) версии образовательного объекта [1], что в дальнейшем учитывается в разработке информационной модели ЭОР. Для обеспечения процесса непрерывного образования необходима синхронизация переходов в разработанных моделях жизненных циклов специалистов, образовательных программ и ЭОР (рис. 4).

Рис. 3. Модель жизненного цикла ЭОР

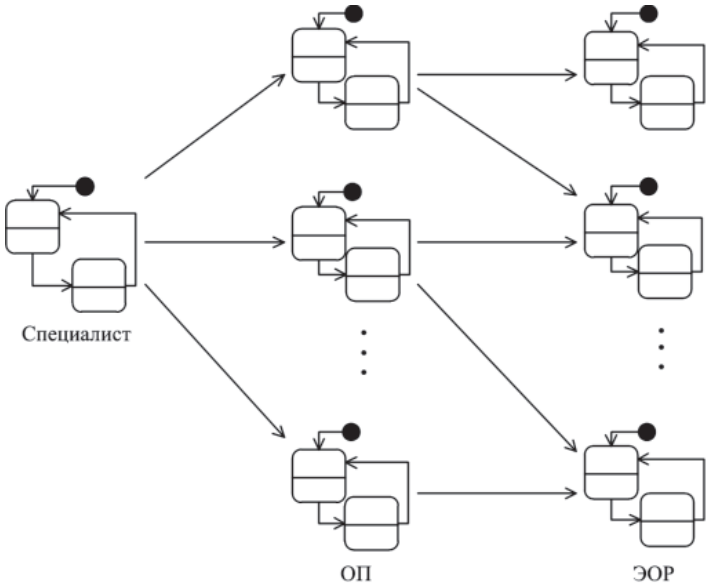


Рис. 4. Синхронизация жизненных циклов

Если для выполнения своих трудовых обязанностей специалисту требуется владение новыми профессиональными компетенциями, то он может их получить, пройдя повышение квалификации или переподготовку по соответствующей ОП, если она находится в состоянии реализации (идет образовательный процесс). Для того чтобы образовательная программа находилась в этом состоянии, необходимо подготовить все требуемые для нее ЭОР. Если же жизненные циклы специалистов, ОП и ЭОР будут не согласованы, то гарантировать качество и актуальность профессиональной подготовки специалистов практически невозможно.

На основе разработанных моделей жизненных циклов специалистов, образовательных программ и ЭОР разработана информационная модель репозитория ЭОР [1], выполнено функциональное моделирование CALS-системы поддержки жизненного цикла ЭОР и их исходных объектов, разработан прототип системы с использованием системы управления контентом Alfresco [5].

Полученные результаты исследований планируется использовать для обеспечения учебного процесса в системе непрерывного образования.

Список литературы

1. Брюнин М.М., Кревский И.Г., Деев М.В. Разработка репозитория электронных образовательных ресурсов // Инновации в науке, образовании и бизнесе: материалы X междунар. науч.-методич. конф. – Пенза, Издат. Пенз.филиала РГУИТП, Т.2 – Технические науки, 2012. – С. 45–47.

2. Глотова Т.В., М.М., Кревский И.Г., Деев М.В. Модели жизненных циклов специалистов, образовательных программ и электронных образовательных ресурсов в процессе непрерывного образования // Инновации в науке, образовании и бизнесе: материалы XI междунар. науч.-методич. конф. – Пенза, Издат. Пенз. филиала РГУИТП, 2013.

3. Кревский И.Г. Инновационные модели организации обучения с использованием дистанционных образовательных технологий // Менеджмент инноваций. – 2008. – № 3. – С. 222–231.

4. Руководство пользователя UML. Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. – М.: Изд-тво ДМК, 2000.

5. Сайт программы «Alfresco» [Электронный ресурс]. – URL: http://alfresco.com, режим доступа – свободный.

References

1. Brjunin M.M., Krevskij I.G., Deev M.V. Razrabotka repozitorija jelektronnyh obrazovatel'nyh resursov // Innovacii v nauke, obrazovanii i biznese: Materialy X mezhdunar. nauch.-metodich. konf. Penza, Izdat. Penz.filiala RGUITP, T.2 Tehnicheskie nauki, 2012 pp. 45–47.

2. Glotova T.V., M.M., Krevskij I.G., Deev M.V. Modeli zhiznennyh ciklov specialistov, obrazovatel'nyh programm i jelektronnyh obrazovatel'nyh resursov v processe nepreryvnogo obrazovanija // Innovacii v nauke, obrazovanii i biznese: Materialy XI mezhdunar. nauch.-metodich. konf. Penza, Izdat. Penz. filiala RGUITP, 2013.

3. Krevskij I.G. Innovacionnye modeli organizacii obuchenija s ispol'zovaniem distancionnyh obrazovatel'nyh tehnologij // Menedzhment innovacij. 2008. no. 3, pp. 222–231.

4. Rukovodstvo pol'zovatelja UML. Grejdi Buch, Dzhejms Rambo, Ajvar Dzhekobson. Izdatel'stvo DMK, Moskva, 2000.

5. Official website «Alfresco» Available at: http://alfresco.com (accessed 30 august 2013).

Рецензенты:

Бершадский А.М., д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой САПР Пензенского государственного университета, г. Пенза;

Бождай А.С., д.т.н., профессор кафедры САПР Пензенского государственного университета, г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 69.05

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Крыгина А.М.

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

Рассмотрены основные направления воспроизводственных процессов в строительстве. Показано, что воспроизводство, рассматриваемое как непрерывный процесс возобновления основных фондов и предотвращения их преждевременного износа, в строительстве включает три стадии: подготовка строительства, строительство (строительное производство), реализация строительной продукции (ввод зданий и сооружений в эксплуатацию). Для реализации конкурентоспособной стратегии развития строительному предприятию следует обладать определенным инновационным потенциалом, который обеспечивает ему конкурентные преимущества и достижение лучших результатов по сравнению с конкурентами. Основная цель – не максимизировать объем выпускаемой готовой строительной продукции или минимизировать затраты на потребляемые ресурсы, обеспечить техническую эффективность или максимальную прибыль, но обеспечить оптимальное сочетание всех организационно-технических и управленческих аспектов, которые должны быть целью долгосрочного планирования строительного производства и его инновационного развития. Разработаны модель конкурентоспособной территориально-воспроизводственной системы в строительстве и функциональная модель программно-целевых взаимодействий по развитию конкурентоспособности при реализации инновационно-технологических решений при обновлении сложившейся застройки.

Ключевые слова: воспроизводство, конкурентоспособная стратегия, конкурентоспособная территориально-воспроизводственная система в строительстве, инновационно-технологические решения, застройка

CONCEPTUAL BASES OF DEVELOPMENT AND TRANSFORMATION OF COMPETITIVENESS OF ORGANIZATIONAL TERRITORIAL-REPRODUCTION SYSTEMS IN CONSTRUCTION

Krygina A.M.

FGBOU VPO «South-West State University», Kursk, e-mail: kriginaam@mail.ru

The basic directions of reproduction processes in construction are reviewed. It is shown that the reproduction, considered as a continuous process of renewal of fixed assets and prevent their premature wear, in construction includes three basic stages: preparation of construction, construction (construction industry), the implementation of the final construction products (input of buildings and structures in operation). For the implementation of a competitive strategy of development of the construction company should have a certain innovation potential, which gives him the opportunity to beat the competition, having received advantages in comparison with them, and achieve better results than they. The main goal is not to maximize the volume of the finished building products or minimizing the cost of consumed resources, technical efficiency or profit maximization but optimal co-couple of all organizational and technical and managerial aspects, which should be aimed at long-term planning of construction and its innovative development. Developed model of a competitive territorial reproductive system in construction and functional model of program-target interactions on the development of competitiveness through the implementation of innovative engineering solutions for the upgrade of the existing building.

Keywords: reproduction, competitive strategy, competitive territorial reproductive system in construction, innovative technological solutions, building

Комплекс проблем, которые сегодня встают перед отечественными строительными предприятиями, сводится к следующим наиболее значимым: нехватка оборотных средств; устаревший ассортимент выпускаемой предприятиями стройиндустрии строительной продукции; отсутствие роста производительности труда; отсутствие грамотной маркетинговой стратегии; несоответствие реальных издержек производства с ценами на готовую строительную продукцию; низкая эффективность функционирования организационной структуры; отсутствие опыта в подборе подрядных организаций, поставщиков, потребителей и установление с ними делового стратегического сотрудничества, а также отсутствие системы, позволяющей укреплять взаимосвязь между застройщиками и населением инвестиционно-строительного комплекса (ИСК) – потребителем готовой строительной продукции. От своевременного решения этих проблем, резко снижающих конкурентоспособность производственно-хозяйственной деятельности отечественных строительных компаний по сравнению с зарубежными, во многом зависит конкурентоспособность любого строительного предприятия.

Для обеспечения конкурентоспособности строительному предприятию необходим определенный инновационный потенциал [2]. Основной целью является оптимальное

сочетание всех организационно-технических и управленческих аспектов, которые должны быть целью долгосрочного планирования строительного производства и его инновационного развития.

Конкуренция определяет вектор развития строительного производства и выступает в качестве механизма регулирования отраслевых пропорций [3]. Как рыночный институт, конкуренция помогает хозяйствующим субъектам ИСК объективно реагировать на сигналы рынка, а именно – на информацию о потребности на готовую строительную продукцию. Среди иных рыночных институтов конкуренция характеризуется отсутствием (лишенностью) свойств самоорганизации и устойчивости.

В плане решения вопроса об экономическом содержании конкуренции предприятий ИСК его необходимо рассматривать в двух аспектах – текущего хозяйствования и воспроизводственном [4].

С точки зрения задач текущего хозяйствования, для всякого отдельного строительного предприятия конкурентная борьба воспринимается механизмом соперничества, в рамках которого борьба за платежеспособный спрос выражает целевую функцию этого механизма, степень свободы принятия решений – условия ее реализации, а инновационная деятельность – способ достижения цели [4]. Рассматриваемую в воспроизводственном аспекте, содержательную сторону конкуренции можно представить как непрерывный организационный поток по возобновлению соревновательных условий деятельности хозяйствующих субъектов ИСК. В этом аспекте содержание конкуренции как постоянно возобновляющегося процесса сводится к созданию и поддержанию условий, обеспечивающих состязательный характер взаимодействия хозяйствующих субъектов ИСК.

В условиях развития конкурентоспособных территориально-воспроизводственных систем в строительстве (КТВС) особую актуальность приобретает исследование объектов воспроизводства. Наряду с традиционными (классическими) подходами в этой области, требуются новые методические подходы решения проблемы по организации долгосрочного воспроизводства объектов недвижимости в рамках территориального инвестиционно-строительного комплекса (ТИСК).

Целью воспроизводства является улучшение качества и увеличение основных фондов, а также завоевание, удержание и накопление конкурентных преимуществ строительных предприятий, функционирующих на данной территории.

Воспроизводство – это непрерывный процесс возобновления основных фондов и предотвращения их преждевременного износа. При этом оно может быть как в форме простого воспроизводства, если возмещению подлежит весь физический износ фондов, или как расширенное воспроизводство, если сверх того происходит дополнительное возмещение морального износа и расширение фондов [6].

Процесс воспроизводства в строительстве включает три стадии: подготовительная, строительное производство, реализация конечной строительной продукции.

В результате достижения необходимого соответствия между фазами воспроизводства создаются необходимые предпосылки для непрерывного оборота производственных фондов строительства и осуществление воспроизводства на региональном уровне:

$$Р_С \rightarrow С_П \rightarrow Ф_П, \qquad (1)$$

где $Р_С$ – ресурсы для строительства; $С_П$ – строительное производство; $Ф_П$ – производственные фонды.

Трем стадиям воспроизводства соответствуют стадии кругооборота капвложений:

– производство как продуктивная форма фондов;

– реализация как превращение фондов товарной строительной продукции в основные фонды;

– подготовка следующего цикла воспроизводства для очередного превращения денежных фондов в продуктивные.

Как известно, структура объектов воспроизводства включает две составляющие [2]:

– естественные (природные) объекты – земельный участок, лес и многолетние насаждения, обособленные водные объекты и участки недр;

– искусственные объекты (постройки) – жилая и коммерческая недвижимость, производственные здания и сооружения, общественные здания, инженерные сооружения.

В свою очередь, искусственные объекты, являясь продукцией строительства, могут быть полностью построенными и готовыми к эксплуатации, могут требовать реконструкции или капитального ремонта, а также могут быть незаконченным строительством («незавершенка»). Иными словами, искусственные объекты являются продукцией – совокупностью продуктов и услуг производства, оцениваемых в стоимостном или натуральном измерении.

Таким образом, фонды воспроизводства в строительстве можно классифицировать на две основные группы: новое строительство и обновление сложившейся застройки города (рис. 1).

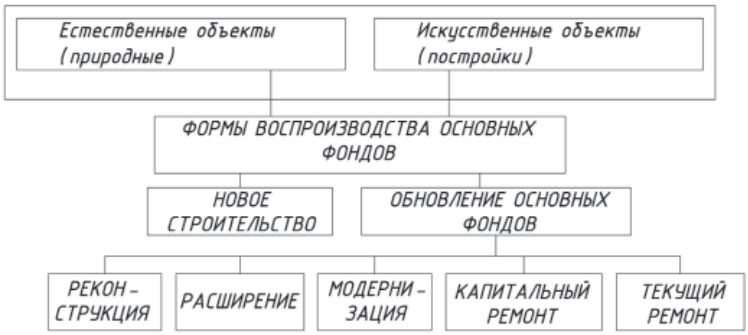


Рис. 1. Классификация форм воспроизводства основных фондов

Модель конкурентоспособной территориально-воспроизводственной системы представлена на рис. 2.

Модель КТВС в строительстве состоит из трех блоков (рис. 2):

– инвестиционно-строительного комплекса (ИСК);

– территориального земельно-имущественного комплекса (ТЗИК);

– территориально-производственного комплекса (ТПК).

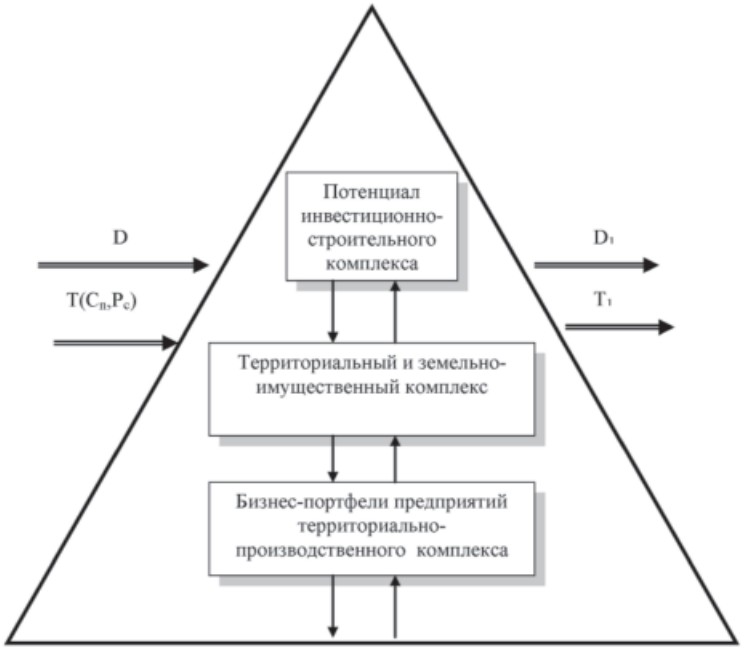


Рис. 2. Модель конкурентоспособной территориально-воспроизводственной системы в строительстве

Основными параметрами, характеризующими КТВС, являются параметры D_1, $T(C_n,P_c)$. Параметры D и T – входы системы (авансируемый капитал в денежном выражении, товары в качестве средств производства и рабочей силы). D_1 и T_1 – выходные параметры (результаты) функционирования системы (деньги от продаж как сумма стоимости авансированного капитала от прибыли; вновь созданные товары, стоимость которых превышает стоимость авансированного капитала).

Система будет состоятельна, если ее доходы D_1 и T_1 регулярно превышают все затраты на величину, равную сумме: фискальных платежей Ф (налогов, социальных отчислений и пр.); сумме инвестиций на воспроизводство и развитие и поддержание состоятельности I.

Теоретически условие обеспечения воспроизводства можно записать следующим выражением:

$$D_1 - D(C_n, P_c) - (\Phi + I) > 0. \qquad (2).$$

В процессе осуществления воспроизводства предприятия ИСК могут применять одну из двух стратегий поведения. Пассивное приспособление к внешним изменениям реализуется рентоориентированным типом воспроизводства, активное – предпринимательским типом.

Предпринимательский тип, связанный с нововведениями, т.е. с инновациями, дает возможность ИСК укрепить свои конкурентные преимущества.

Существенное место в направленности деятельности строительного предприятия занимает отраслевой спрос. Устойчивый и растущий спрос мало способствует активизации инновационной деятельности. Только в случае неопределенности спроса предприятия ИСК прибегают к внедрению нововведений с целью роста конкурентоспособности. Такое поведение имеет место в двух случаях: когда уровень издержек производства позволяет использовать цену в качестве отраслевого барьера, и когда неопределенность спроса связана с его дифференциацией [5]. Важно, однако, то, что в обоих случаях инновационная активность обусловливается возникшими условиями для ускорения оборота капитала.

Нововведения редко носят целостный характер и чаще всего внедряются в виде отдельных блоков в уже существующие технологические процессы. В силу этого степень стандартизации в области технических и других требований оказывает самое непосредственное влияние на скорость распространения нововведений, а значит, и тип воспроизводственного процесса.

Обобщая результаты анализа условий реализации предпринимательского типа воспроизводства, можно отметить следующее:

– предпринимательский тип воспроизводства выражается в восприимчивости к нововведениям;

– уровень инновационной активности определяется размером приобретаемых в результате внедрения новаций выгод (преимуществ), или потерь, которые последуют в случае отказа от нововведений;

– восприимчивость к нововведениям определяется качественными параметрами рыночной среды и становится тем выше, чем шире возможности ускорения оборота капитала посредством нововведений и чем более развитой является рыночная инфраструктура [1];

– адаптивность к нововведениям зависит от особенностей отраслевых и региональных структурных факторов и является наивысшей при учете граничных составляющих по параметрам собственных территориальных природных ресурсов и углублении дифференциации отраслевого спроса, а также внутриотраслевой и межрегиональной конкуренции предприятий ИСК.

Инновационная активность выше у предприятий ТПК, куда входят предприятия стройиндустрии, предприятия экодомостроения, и они обладают высокопрофессиональным кадровым потенциалом.

При этом нельзя не заметить, что приведенные выше критерии влияния тех или иных факторов на установление типа воспроизводства определяются на основе анализа, где каждый из факторов рассматривался изолированно и в статичном состоянии. В действительности же все эти факторы взаимодействуют, а между ними и результатами их влияния существует обратная связь. Поэтому рассматриваемый в динамике процесс обусловленности воспроизводства институциональными условиями представляется в виде более сложной взаимосвязи (рис. 3).

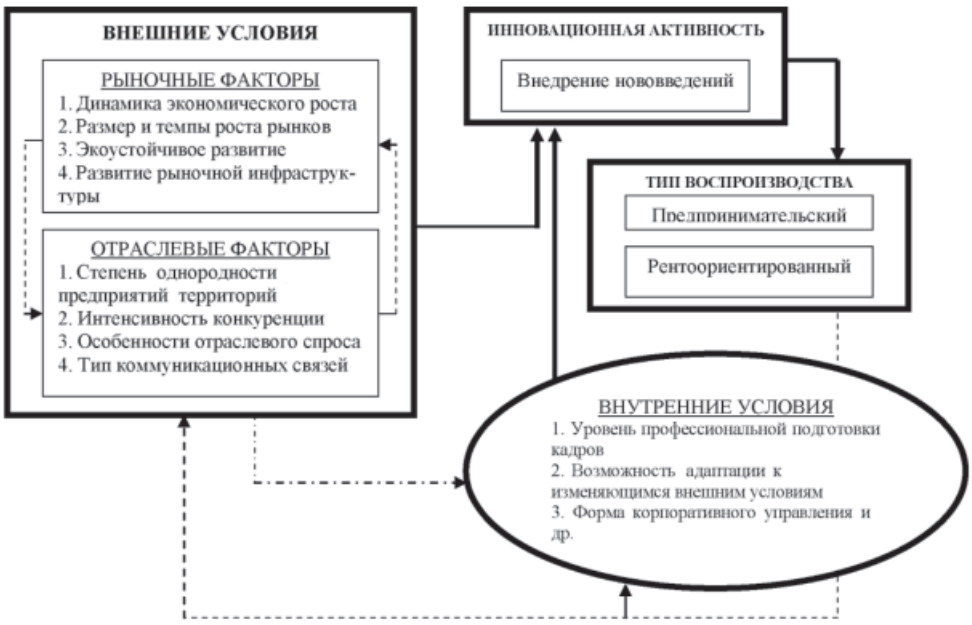


Рис. 3. Институциональные условия воспроизводственного процесса

Оценивая роль рассмотренных условий в определении типа воспроизводства, можно сделать вывод, что в изменяющихся рыночных условиях обеспечение эффективного функционирования предприятий ТПК предполагает проведение активной инвестиционной и инновационной деятельности.

Обеспечение процесса воспроизводства основных фондов предприятий ТПК, включая новое экоустойчивое развитие строительства, модернизацию, проведение капитального и текущего ремонтов объектов их недвижимости, осуществляется предприятиями инвестиционно-строительного комплекса (ИСК).

Отсюда следует, что функционирование конкурентоспособной территориально-воспроизводственной системы в строительстве полностью зависит и определяется теми темпами воспроизводственных процессов, которые происходят на предприятиях ТПК. Для того чтобы это обеспечить, ИСК должен обладать соответствующим экономическим и инновационным потенциалами. Только в этом случае бизнес-портфель предприятий ТПК может быть реализован в полном объеме.

Список литературы

1. Кармышев Ю.А. Инновационное развитие депрессивных регионов в трансформируемой экономике России: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. – Тамбов, 2004. – 379 с.

2. Крыгина А.М., Гусакова Е.А. О применении инновационного подхода к управлению изменениями в процессе реализации инвестиционно-строительных проектов // Недвижимость: экономика, управление. – 2012. – № 2.

3. Крыгина А.М., Севрюкова Л.В. Современные подходы к реализации сложных проектов российских строительных компаний на основе конкурентоспособной стратегии // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 8. – С. 36–39.

4. Персиц М.И. Институциональная поддержка конкуренции на товарных рынках: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.01. – Саратов, 2006. – 161 с.

5. Плотникова О.А. Малое предпринимательство и его роль в обеспечении развития национальной экономики Российской Федерации. – М.: Моск. гум. ун-т, 2006. – 216 с.

6. Экономика и управление недвижимостью: учебник / под общ. ред. П.Г. Грабового. – М: Проспект, 2012. – 848 с.

References

1. Karmyshev Ju.A. Innovacionnoe razvitie depressivnyh regionov v transformiruemoj jekonomike Rossii: Dis. … dokt. jekon. nauk: 08.00.05.Tambov, 2004. 379 p.

2. Krygina A.M., Gusakova E.A. O primenenii innovacionnogo podhoda k upravleniju izmenenijami v processe realizacii investicionno-stroitel'nyh proektov // Nedvizhimost': jekonomika, upravlenie. no. 2. 2012.

3. Krygina A.M., Sevrjukova L.V. Sovremennye podhody k realizacii slozhnyh proektov rossijskih stroitel'nyh kompanij na osnove konkurentosposobnoj strategii // «Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo». no. 8. 2011. pp. 36–39.

4. Persic M.I. Institucional'naja podderzhka konkurencii na tovarnyh rynkah: Dis. ... kand. jekon. nauk: 08.00.01. Saratov, 2006 161 p.

5. Plotnikova O.A. Maloe predprinimatel'stvo i ego rol' v obespechenii razvitija nacional'noj jekonomiki Rossijskoj Federacii. – M.: Mosk. gumanit. un-t, 2006. 216 p.

6. Jekonomika i upravlenie nedvizhimost'ju: uchebnik / pod obshh. red. P.G. Grabovogo. M: Prospekt, 2012. 848 p.

Рецензенты:

Ерофеев В.Т., д.т.н., профессор, зав. кафедрой строительных материалов, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск;

Серебровский В.И., д.т.н., профессор, академик МАНЭБ, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВПО «КГСХА им. Н.И. Иванова», г. Курск.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 004.89

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАССЫ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Медведев Р.Е.

ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», Рязань, e-mail: roman_medvedev@inbox.ru

В статье рассматривается процесс моделирования индивидуальной трассы изучения единиц учебно-методического материала и решения контрольных задач. Выделены элементы ситуации, при которых процесс обучения будет наиболее эффективным, формализованы основные понятия. Приведены формулы для работы с базой знаний системы дистанционного обучения, необходимые для моделирования индивидуальной трассы обучения. Результатом исследовательской работы является математический формализм, позволяющий адекватно смоделировать индивидуальную трассу обучения, учитывающую не только реальные знания ученика на конкретный момент времени, но и психологический тип личности обучаемого. Применение полученной модели в системе дистанционного обучения повысит эффективность процесса обучения путем его адаптации под нужды конкретного обучаемого и автоматизации работы преподавателя по формированию последовательности изучения единиц учебного материала.

Ключевые слова: дистанционное обучение, модель знаний, индивидуальная трасса обучения, математическое моделирование

MODELING OF INDIVIDUAL ROUTES LEARNING OF MATERIAL BASED ON THE KNOWLEDGE BASE OF DISTANCE LEARNING SYSTEM

Medvedev R.E.

Ryazan State Radioengineering University, Ryazan, e-mail: roman_medvedev@inbox.ru

The article deals with the modeling process of individual routes learning of units instructional material and solutions test problems. Identified the element a situation in which the process of learning will be most effective and formalized the basic concepts. Provides formulas to work with the knowledge base of distance learning system, necessary for simulation of individual routes learning. The result of the research work is the mathematical formalism that allows you to simulate properly individual route learning that takes into account not only the real student knowledge at a particular time but also the psychological type of the individual student. Use of the obtained model in distance learning system will increase the efficiency of the learning process by adapting it to the needs of a particular student's and automating the work of the teacher on formation of a sequence of units of instructional material.

Keywords: distance learning, model of knowledge, individual learning route, mathematic modeling

Эффективность дистанционного образования может быть существенно повышена путем построения индивидуальной трассы изучения учебного материала, основанной на знаниях об обучаемом, приобретенных во время его работы с системой дистанционного обучения (СДО). В современных СДО индивидуальную трассу обучения формирует преподаватель, который в большинстве случаев ориентируется на усредненного по своей подготовленности ученика и не учитывает реальных знаний конкретного обучаемого. При этом не учитывается психологический тип личности обучаемого, который согласно исследованиям, проведенным в работах [5, 6], непосредственно влияет на эффективность процесса обучения. В данной работе не ставится цель исследовать множество существующих психологических типов личностей. Однако в качестве одной из важных задач считается получение математического формализма, дающего возможность учитывать такие типы, каким бы сложным разнообразием они ни отличались. Автоматизация формирования индивидуальной трассы обучения, учитывающей психологический тип личности, а также реальные знания обучаемого на конкретный момент времени, позволит повысить эффективность работы СДО.

Целью работы является разработка математического формализма, достаточного для адекватной классификации обучающихся по широкому спектру психологических свойств их личностей, с целью выявления наиболее эффективных учебных ресурсов, пригодных обучаемым с конкретными психологическими особенностями и текущим уровнем знаний.

Методы исследования. Методы общей алгебры и теории множеств.

Результаты исследования и их обсуждение

При выборе учебного материала для усвоения навыков решения какого-либо класса задач помимо психологического типа личности обучаемого необходимо учитывать соответствующие особенности учебного материала и особенности тестовых задач [3]. Перед тем как начать обучение, необходимо обеспечить все основные элементы

ситуации, при которых обучение будет наиболее эффективным, а именно:

– обучающемуся должен быть предоставлен учебно-методический материал, достаточный по своему содержанию для достижения поставленных целей обучения;

– учебно-методический материал должен соответствовать уровню подготовленности обучающегося;

– материал должен соответствовать по форме изложения, сложности и подробности психологическому типу личности обучающегося;

– тестовая задача на конкретный момент времени должна соответствовать уровню подготовленности обучаемого с учетом психологического типа личности;

– последовательность предлагаемого материала и тестовых заданий должна соответствовать психологическому типу обучающегося.

Для достижения сформулированных условий необходимо рассматривать следующие основные понятия:

$C = \{c_1, c_2, ..., c_n\}$ – множество понятий предметной области,

$P = \{p_1, p_2, ..., p_l\}$ – множество тестовых задач,

$M = \{m_1, m_2, ..., m_k\}$ – множество единиц учебно-методического материала (элементы учебного материала),

$S = \{s_1, s_2, ..., s_q\}$ – множество обучаемых,

$T = \{t_1, t_2, ..., t_w\}$ – множество психологических типов личности.

Сложность тестовой задачи p_i может быть выражена через функцию $PCom(p_i): p_i \to [0,1]$, отображающую множество существующих задач в отрезок действительных чисел:

$$PCom(p_i) = \frac{|P'(C_{req})|}{|C_{chapt}|},$$

где $|P'(C_{req})|$ – мощность множества требуемых понятий тестовой задачи; $|C_{chapt}|$ – мощность множества всех понятий курса.

Аналогичным образом может быть определена сложность единицы учебного материала m_i, функция $MCom(m_i): m_i \to [0,1]$. отображает множество существующих учебно-методических материалов в отрезок действительных чисел:

$$MCom(m_i) = \frac{|M'(C_{req})|}{|C_{chapt}|},$$

где $|M'(C_{req})|$ – мощность множества понятий, требуемых для изучения единицы учебно-методического материала.

Дифференциация типов определяется тем, насколько просто изучается заданный учебный материал, или насколько легко решается предложенная задача различными по психологическим типам обучающимися. Так, например, каждому элементу из множества единиц учебного материала можно сопоставить подмножество психологических типов, которые наиболее просто смогут усвоить этот материал. Это задается с помощью функционального соответствия $MType(m_j, t_k): m_j \times t_k \to [0,1]$:

$$MType(m_j, t_k) = \frac{\sum_{i=1}^{|Tm|} MAcc(m_j, tm_{k,i})}{|Tm|},$$

где $|Tm|$ – мощность множества характеристик единицы учебно-методического материала, используемых при определении психологического типа личности обучаемого; $MAcc(m_j, tm_{i,k})$ – функция определения соответствия единицы материала m_j i-й характеристике k-го типа личности $tm_{k,i}$.

Аналогично, для определения типа задачи можно также использовать аналогичное соответствие $PType(p_j, t_k): p_j \times t_k \to [0,1]$:

$$PType(p_j, t_k) = \frac{\sum_{i=1}^{|Tp|} MAcc(p_j, tp_{k,i})}{|Tp|},$$

где $|Tp|$ – мощность множества характеристик тестовой задачи, используемых при определении психологического типа личности обучаемого; $PAcc(p_j, tp_{k,i})$ – функция определения соответствия задачи p_j i-й характеристике k-го типа личности $tp_{k,i}$.

Рассмотрим выражения, формализующие степень усвоения понятий предметной области обучающимся $CSt(c_i, s_j): c_i \times s_j \to [0,1]$ и степень его

принадлежности определенному типу личности $TSt(t_i, s_j): t_i \times s_j \to [0,1]$.

$$CSt(c_i, s_j) = \frac{\left|Pc_{view} = c_i\right|}{\left|Pc_{view}{}' = c_i\right|},$$

где $\left|Pc_{view} = c_i\right|$ – мощность множества задач, решенных j-м обучаемым, в которых текущее понятие считается рассмотренным; $\left|Pc_{view}{}' = c_i\right|$ – мощность множества задач как решенных j-м обучаемым, так и не решенных, в которых текущее понятие считается рассмотренным.

$$TSt(t_i, s_j) = \frac{\sum_{k=1}^{\left|P_{stud,j}\right|} PType(p_k, t_i)}{\left|P_{stud,j}\right|},$$

где $\left|P_{stud,j}\right|$ – мощность множества всех решенных пользователем задач.

Зададим два соответствия, основанных на семантике понятий предметной области обучения:

– соответствие понятия c_i учебному материалу $MSem(c_i, m_j): c_i \times m_j \to [0,1]$:

$$MSem(c_i, m_j) = \frac{1}{\left|Mc_{view}\right|}, \quad c_i \in Mc_{view}$$

где $\left|Mc_{view}\right|$ – мощность множества рассмотренных понятий единицы учебно-методического материала;

– соответствие понятия c_i выбираемой тестовой задаче $PSem(c_i, p_j): c_i \times p_j \to [0,1]$:

$$PSem(c_i, p_j) = \frac{1}{\left|Pc_{view}\right| + \left|Pc_{serv}\right|};$$

$$c_i \in Pc_{view} \vee c_i \in Pc_{serv},$$

где $\left|Pc_{view}\right|$ – мощность множества рассмотренных понятий тестовой задачи; $\left|Pc_{serv}\right|$ – мощность множества вспомогательных понятий тестовой задачи.

Целью выбора материала, как подмножества $M^+ \subseteq M$ и тестовых задач, как подмножества $P^+ \subseteq P$, является такой подбор учебно-методического материала и тестовых задач, который был бы достаточен для освоения навыков обучающимся с известным психологическим типом личности и уровнем первоначальных знаний:

$$\{M^+,\ P^+ : m_i,\ p_t \mid \forall m_i \in M,\ \forall p_t \in P,$$

$$MType(m_i, tm_k) > \min_{j=1}^{n}(m_j)\ \&\ PType(p_v, tp_k) > \min_{v=1}^{m}(p_v)\}.$$

Главным принципом выбора материала, как подмножества $M^* \subseteq M$ и тестовых задач, как подмножества $P^* \subseteq P$, является такое формирование последовательности предоставления учебно-методического материала и тестовых задач, которое соответствовало бы психологическому типу обучающегося, его текущей подготовленности с учетом уровней сложности задач, при которых обеспечивался бы минимальный срок усвоения материала:

$$\{P^* : p_t \mid \forall c_i \in C, \forall p_t \in P, \exists s_j\ TSt(t_r, s_j) > \min_{r=1}^{m}(t_r)\ \&$$

$$\&CSt(c_i, s_j) > \min_{i=1}^{n}(c_i)\ \&\ PSem(c_i, p_t) > \min_{j=1}^{m}(p_j)\};$$

$$\{M^* : m_t \mid \forall c_i \in C, \forall m_t \in M, \exists s_j\ TSt(t_r, s_j) > \min_{r=1}^{m}(t_r)\ \&$$

$$\&CSt(c_i, s_j) > \min_{i=1}^{n}(c_i)\ \&\ MSem(c_i, m_t) > \min_{j=1}^{m}(m_j)\},$$

где функция вычисляет допустимые границы из отрезка отнесения элементов выделенным множествам. Здесь использованы четыре разных функции min, вычисляющие границы для t_r, c_i, p_j, m_j. Однако для упрощения восприятия формул они были объединены в одну функцию.

Далее, принимая во внимание полную формулировку принципа отбора итоговых множеств материала M^0 и задач P^0, необходимо вычислить пересечение полученных множеств:

$$M^0 \equiv M^* \cap M^+;$$

$$P^0 \equiv P^* \cap P^+.$$

Полученные множества содержат материал и задачи, выбранные специально для обучающегося определенного психологического типа, а также для предметной

области, понятия которой должен усвоить этот обучающийся.

Заключительным этапом формирования выборки задач и материала должен стать этап упорядочения элементов множеств M^0, P^0 для формирования индивидуальной трассы обучения. Результат этого этапа достигается упорядочением множеств с помощью функций сложности:

$$CortM(m_1, m_2, ..., m_i, ..., m_k):$$

$$\forall m_i, m_{i+1}\ MCom(m_i) \le MCom(m_{i+1});$$

$$CortP(p_1, p_2, ..., p_j, ..., p_l):$$

$$\forall p_j, p_{j+1}\ PCom(p_j) \le PCom(p_{j+1}),$$

где $CortM(m_1, m_2, ..., m_i, ..., m_k)$ и $CortP(p_1, p_2, ..., p_j, ..., p_l)$ соответственно кортежи последовательности выбора материалов и последовательности предложения тестовых задач.

Выводы

В статье предложен математический формализм, позволяющий классифицировать обучающихся по набору их психологических характеристик и уровню знаний на конкретный момент времени. Результатом такой классификации является формирование индивидуальной последовательности изучения единиц учебно-методического материала и решения тестовых задач, соответствующей психологическому типу личности и уровню подготовленности обучаемого. Применение предложенного подхода в рамках системы дистанционного обучения позволит повысить эффективность образовательного процесса за счет адаптации процесса обучения под нужды конкретного обучаемого.

Список литературы

1. Каширин Д.И., Каширин И.Ю. Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта // Вестник РГРТУ. – 2010. – № 1. – С. 36–43.

2. Каширин Д.И., Каширин И.Ю., Пылькин А.Н. Полиморфическое представление знаний в Semantic Web: монография – М.: Горячая линия, Телеком, 2009. – 136 с.

3. Каширин И.Ю., Медведев Р.Е. Онтологическое накопление учебных знаний на основе сервиса информационных сетей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. – № 3. – С. 75–85.

4. Козлов С.А. Генерация образовательных траекторий на основе динамических профилей обучаемых // Вестник Пермского университета. – 2009. – Вып. 3(29). – С. 139–143.

5. Кулагина И.Ю. Возрастная психология: Полный жизненный цикл развития человека / И.Ю. Кулагина, В.Н. Колюцкий. – М.: ТЦ Сфера, 2003. – 464 с.

6. Райгородский Д.Я. Психология личности: хрестоматия: в 2 т. Самара: БАХРАХ-М, 2002. – Т.1. – 512 с.

7. Felder, R.M. and Silverman, L.K., 1988. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. Engineering Education. – Vol. 78. – № 7. – P. 674–681.

References

1. Kashirin D.I., Kashirin I.Yu. *Vestnik RGRTU*, 2010, no. 1, pp. 36–43.

2. Kashirin D.I., Kashirin I.Yu., Pyl'kin A.N. Polimorficheskoe predstavlenie znanij v Semantic Web. Monografija. M.: Gorjachaja linija, Telekom, 2009. 136 p.

3. Kashirin I.Ju., Medvedev R.E. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU*, 2013, no. 3, pp. 75–85.

4. Kozlov S.A. *Vestnik Permskogo universiteta*, 2009, no. 3, pp. 139–143.

5. Kulagina I.Yu. Vozrastnaja psihologija: Polnyj zhiznennyj cikl razvitija cheloveka / Kulagina I.Ju., Koljuckij V.N. M.: TC Sfera, 2003. 464 p.

6. Rajgorodskij D.Ja. Psihologija lichnosti: hrestomatija: v 2 t. Samara: BAHRAH-M, 2002. T.1. 512 p.

7. Felder, R.M. and Silverman, L.K., 1988. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. Engineering Education. Vol. 78. no. 7. pp. 674–681.

Рецензенты:

Пылькин А.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ВПМ, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань;

Каширин И.Ю., д.т.н., профессор кафедры ВПМ, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 67.05

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ МАНЖЕТНЫХ УПЛОТНЕНИЙ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ МИКРОРЕЛЬФА ШЕЙКИ ВАЛА

Мельников П.А., Пахоменко А.Н.

ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти, e-mail: topavel@mail.ru

Эксплуатационные характеристики изделий в значительной мере определяются технологическим процессом их изготовления. В современном машиностроении все чаще выдвигаются требования к поверхностям деталей, работающих в условиях трения, наличие регулярного микрорельефа. Наилучшие эксплуатационные характеристики уплотнений достигаются в том случае, когда поверхность трения является гладкой, но в то же время имеет масляные карманы для удержания смазки в сопряжении. Проявлению гидродинамического эффекта в сопряжении способствует нанесение на гладкую поверхность вала микрорельефа определенного вида. В данной работе предложена технология и математическая модель для расчета микрорельефа обработанной поверхности шейки вала под манжетное уплотнение, реализованная в среде математического программирования MatLab 12R. Полученные результаты моделирования полностью коррелируют с теоретическими данными. Проведение НИР осуществляется в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Ключевые слова: поверхностное пластическое деформирование, микрорельеф, трение, манжетное уплотнение, поверхность детали

IMPROVING THE RELIABILITY OF LIP SEALS BY OPTIMIZING OF SHAFT JOURNAL MICRORELIEF

Melnikov P.A., Pakhomenko A.N.

Togliatti State University, Togliatti, e-mail: topavel@mail.ru

The process of products manufacture significantly determines their performance characteristics. In modern engineering increasingly demand to the surfaces of components operating in conditions of friction, the presence of a regular microrelief. The best performance is achieved in the seal when the friction surface is smooth, but at the same time has oil pockets for retaining lubricant in conjugation. The smooth application of the shaft surface a certain kind microrelief contributes to the hydrodynamic effect in conjugation. In this paper a technology and a mathematical model for calculating the microrelief of shaft journal processed surface for lip seal, implemented in the mathematical programming environment MatLab 12R proposed. The results of modeling fully correlated with theoretical data. Realization of the research engineering is carried out within the Federal Target Program «Research and scientific-pedagogical personnel of innovative Russia» for 2009–2013 years.

Keywords: surface plastic deformation, micro-relief, friction, lip seal, detail surface

Эксплуатационные характеристики изделий в значительной мере определяются технологическим процессом их изготовления.

При рассмотрении узла трения «манжетное уплотнение – шейка вала» в силу значительного различия механических свойств (твердости, модуля упругости) трущихся материалов решающую роль на трение и износ резин оказывает шероховатость металлической поверхности вала [1, 2].

Согласно изложенным представлением о природе трения коэффициент трения:

$$f = F/N = (F_{мол} + F_{деф})/N = f_{мол} + f_{деф}, \quad (1)$$

где F – суммарная сила трения; N – нагрузка, создаваемая силой прижатия кромки манжеты к валу; $F_{мол}$ и $f_{мол}$ – молекулярно составляющая соответственно силы трения и коэффициент трения; деформационные составляющие.

Адгезионная составляющая коэффициента трения зависит от сил адгезионного взаимодействия и коэффициента упрочнения образовавшейся связи под нагрузкой:

$$f_{мол} = \tau_0/Pr + \beta, \quad (2)$$

где τ_0 – прочность фрикционной связи, возникающей на фактической площади контакта, при сдвиге; β – коэффициент упрочнения адгезионной связи; Pr – давление на пятне фактического контакта.

Деформационная составляющая коэффициента трения $f_{деф}$ зависит от отношения глубины внедрения h микронеровности при скольжении к радиусу скругления ее вершины R:

$$f_{деф} = K\sqrt{h/R}, \quad (3)$$

где K – коэффициент.

Таким образом, очень гладкие поверхности (параметр шероховатости Ra = 0,04…0,16 мкм) при контакте с манжетой в процессе работы за счет увеличения фактической площади контакта (следовательно, увеличивается τ_0) имеют большую молекулярную составляющую силы трения. Кроме того, такие поверхности не способны в процессе работы удержать и транспортировать смазку малой вязкости в зону контакта уплотняющего элемента, в результате чего возникает большое сопротивление

сдвигу при так называемом пленочном голодании.

Шероховатые, грубые поверхности вала (параметр шероховатости Ra = 2,5...1,25 мкм) удерживают смазку, но под действием нормальных и сдвиговых усилий возникают значительные деформации поверхностного слоя более мягкого материала пары. Коэффициент трения увеличивается вследствие увеличения его деформационной составляющей (т.к. увеличивается отношение h/R). Возможен разрыв смазочной пленки. В результате возникает повышенный износ уплотнения. Шероховатость вала приводит к тому, что контактная поверхность манжеты изнашивается и также становится шероховатой. Это способствует шаржированию манжеты частицами износа и абразива. Таким образом повышенная шероховатость вала оказывает на износ манжеты «двойное» влияние, выражающееся в проявлении упомянутых явлений. Максимальная долговечность манжетного уплотнения достигается при параметре шероховатости Ra = 0,16...0,63 мкм [3]. В работе [3] указывается, что шероховатость вала под герметизатором должна иметь значение $Ra \leq 0{,}32$.

Если рассмотреть пару трения «манжета-вал», то можно отметить, что износ вала также связан с тем, что в месте установки манжеты собираются продукты износа, образовавшиеся в процессе работы зубчатых передач и подшипников в редукторах, коробках передач и шпиндельных головок. Этому способствует вертикальное расположение валов (шпинделей). С другой стороны в уплотнения собираются частицы внешней среды (грязь, абразивные частицы, стружка и т.п.). Попадая в зону контакта манжеты с валом, эти частицы застревают в резине и изнашивают вал.

Вместе с этим обеспечение высокой износостойкости вала в условиях абразивного изнашивания требует повышения твердости его поверхности.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что наилучшие эксплуатационные характеристики уплотнений достигаются в том случае, когда поверхность трения является гладкой, но в то же время имеет масляные карманы для удержания смазки в сопряжении. Проявлению гидродинамического эффекта в сопряжении способствует нанесение на гладкую поверхность вала микрорельефа определенного вида.

Процесс алмазного выглаживания кинематически аналогичен точению [5], только вместо резца применяется алмазный выглаживатель, который, пластически деформируя поверхностный слой, выравнивает и упрочняет его.

По сравнению с традиционными методами финишной обработки (тонкое шлифование, хонингование, суперфиниширование, полирование) метод выглаживания имеет ряд преимуществ [3]:

– обеспечивается более эффективное снижение шероховатости заготовки, что позволяет в ряде случаев сокращать количество переходов и операций;

– обработанная поверхность характеризуется округлым профилем и относительно большой опорной поверхностью;

– поверхностный слой изделий упрочняется, формируется мелкозернистая структура, образуются благоприятные остаточные напряжения сжатия.

Указанные преимущества проявляются в улучшении эксплуатационных характеристик изделий: повышении долговечности, износостойкости и усталостной прочности.

При обработке поверхностей, работающих в условиях трения, долгое время основным параметром, описывающим требования к микрогеометрии поверхности детали, являлся параметр шероховатости Ra, мкм. Однако, как показывает тенденция развития машиностроения, в настоящее время одного параметра недостаточно, и все чаще к поверхностям деталей машин, работающих в условиях трения, предъявляют требование в виде наличия регулярного микрорельефа.

В работе [5] предложен метод алмазного выглаживания с наложением продольных колебаний (рис. 1), в результате которых на поверхности детали формируется микрорельеф.

Согласно экспериментальным и теоретическим исследованиям, приведенным в работах [1, 5], можно классифицировать получаемые микрорельефы при вибровыглаживании на несколько видов (рис. 2). При этом на практике характер микрорельефа зависит от параметров обработки и прежде всего от следующих параметров: S – подача выглаживающего индентора, мм/об; R – радиус индентора, мм; h – глубина внедрения индентора, мм; A – амплитуда колебания инструмента, мм; ω – частота колебаний инструмента, Гц.

Для обеспечения прогнозирования получаемого микрорельефа поверхностей деталей в зависимости от указанных параметров обработки была необходима разработка математической модели.

При построении математической модели процесса обработки ППД, позволяющей моделировать рельеф обработанной поверхности в зависимости от параметров и условий обработки, необходимо рассмотреть

процесс формообразования поверхности, в котором образующей будет кривая, описывающая профиль рабочей поверхности инструмента, а направляющей – траектория движения вершины инструмента по обрабатываемой поверхности.

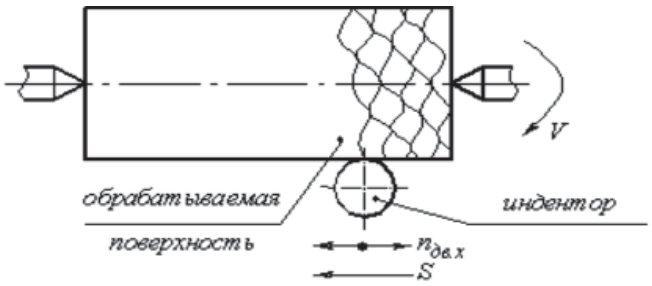


Рис. 1. Схема нанесения микрорельефа алмазным выглаживанием

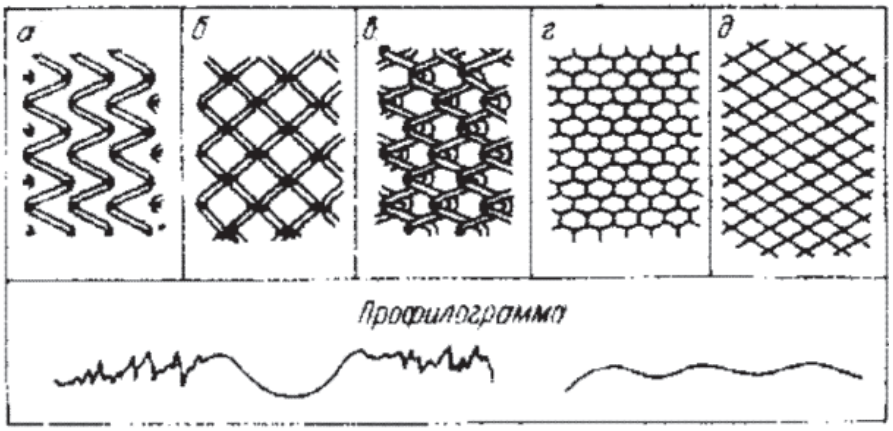


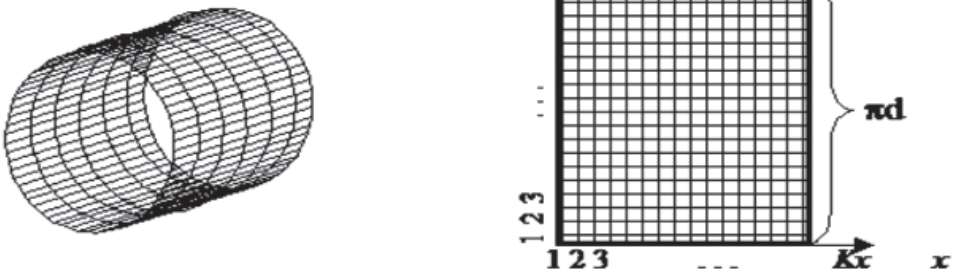
Рис. 2. Схемы и профилограммы поверхностей с системами канавок (а, б, в) и полностью новым регулярным микрорельефом (г, д), регламентированные ГОСТ 24773-81 поверхности с регулярным микрроельефом

Для того чтобы произвести процесс моделирования обработки, предлагается следующий подход к решению данной задачи [4]:

– обрабатываемую цилиндрическую поверхность, например шейку вала, разбить на K_x точек вдоль оси x и на K_y точек по окружности детали (рис. 3, а);

– далее для упрощения расчета произвести развертку цилиндрической поверхности (рис. 3, б).

Для того чтобы получить геометрию поверхности, необходимо рассчитать координаты каждой точки модели, представленной на рис. 3, б.



а б

Рис. 3. Интерполяция обрабатываемой поверхности: а – модель обрабатываемой поверхности; б – разработка модели обрабатываемой поверхности

Для более наглядной интерпретации результатов расчета целесообразнее представить результат в виде матрицы размером *Kx*×*Ky*, где каждый элемент матрицы будет численно выражать высоты микронеровностей поверхности по оси *Z*.

При разбиении цилиндрической развертки на точки (*Kx*×*Ky*) следует учесть, что необходимо учесть возможность расчета геометрии после нескольких оборотов, тогда исходя из рис. 3, б, точки (1, 1...*Kx*) совпадут с точками (*Ky*, 1...*Kx*), поэтому разбиение целесообразнее производить так, как показано на примере, представленном на рис. 4.

На рис. 4 показан пример графической интерпретации матрицы размером 4×4. Очевидно, что для представления микропрофиля поверхности разбиение на такое количество точек неэффективно, значения *Kx* и *Ky* должны как минимум быть на порядок выше, но следует также учесть, что увеличение количества рассчитываемых точек приводит к более громоздким расчетам.

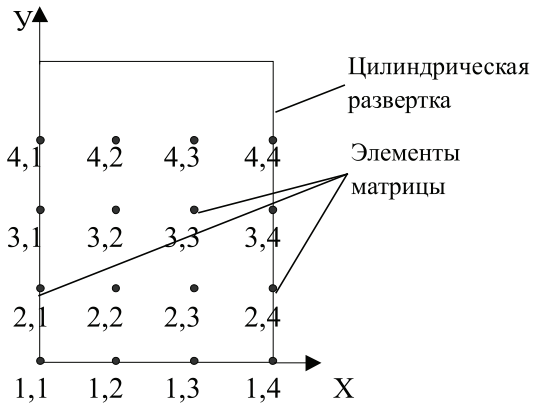


Рис. 4. Пример представления цилиндрической развертки в виде матрицы

Детальность расчета микропрофиля можно оценить величинами:

$$dx = L_P / \cdot (Kx - 1); \quad (4)$$

$$dy = \pi d / Ky, \quad (5)$$

где L_p – ширина обрабатываемого участка, мм; $\bar{Kx}$ – количество точек рассчитываемых по оси *x*; $\bar{Ky}$ – количество точек рассчитываемых по оси *y*; $\bar{d}$ – диаметр обрабатываемой детали; *dx, dy* – интервал между рассчитываемыми точками по оси *x, y* соответственно, мм.

При этом уравнение, описывающее рабочую поверхность выглаживающего инструмента в математической модели примет вид:

$$z(x, y) = R - \sqrt{R^2 - x^2 - y^2} - h, \quad (6)$$

где *R* – радиус индентора, мм; *h* – глубина внедрения индентора, мм.

При этом положение инструмента по оси *X* можно определить по формуле:

$$X_{instr} = S \cdot N, \quad (7)$$

где *S* – подача выглаживающего индентора, мм/об; *N* – число совершенных оборотов детали, за время обработки.

Для обеспечения регулярного микрорельефа на поверхности детали [5] при усложнении кинематики движения инструмента (придания в процессе выглаживания индентору возвратно-поступательных колебаний вдоль оси обрабатываемой детали), в математическую модель необходимо внести изменения, обеспечивающие изменение траектории движения индентора, описываемое уравнением:

$$\Delta X_{\text{instr}} = \frac{1}{2} A \sin(2\pi \cdot \omega t), \quad (8)$$

где ΔX_{instr} – корректировка положения инструмента в процессе обработки с учетом совершения колебательных движений, мм; *A* – амплитуда колебания инструмента, мм; ω – частота колебаний инструмента, Гц.

С использованием выражений (4–8) была построена математическая модель, реализованная в среде математического программирования MatLab 12R, позволяющая моделировать микрорельеф обработанной поверхности.

Как показали результаты моделирования (рис. 5), результаты адекватны и полностью коррелируют с теоретическими данными, представленными на рис. 2.

При проведении дальнейших исследований, предполагается внести в математическую модель ряд алгоритмов, учитывающих микрорельеф исходной поверхности обрабатываемой детали, получаемой на предыдущих операциях и алгоритмов, учитывающих упруго-пластические свойства обрабатываемой поверхности.

Проведение НИР осуществляется в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы и при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-6076.2013.8.

Список литературы

1. Бобровский Н.М. Повышение долговечности наружных поверхностей валов методом выглаживания широким самоустанавливающимся инструментом: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08. – М., 1999. – 16 с.

2. Исследование влияния режимов обработки на шероховатость поверхности закаленных валов в условиях массового производства / Н.М. Бобровский, П.А. Мельников, И.Н. Бобровский, А.В. Ежелев, А.А. Лукьянов // Современные проблемы науки и образования, 2011. URL: www.science-education.ru/99-4791 (дата обращения: 17.09.2013).

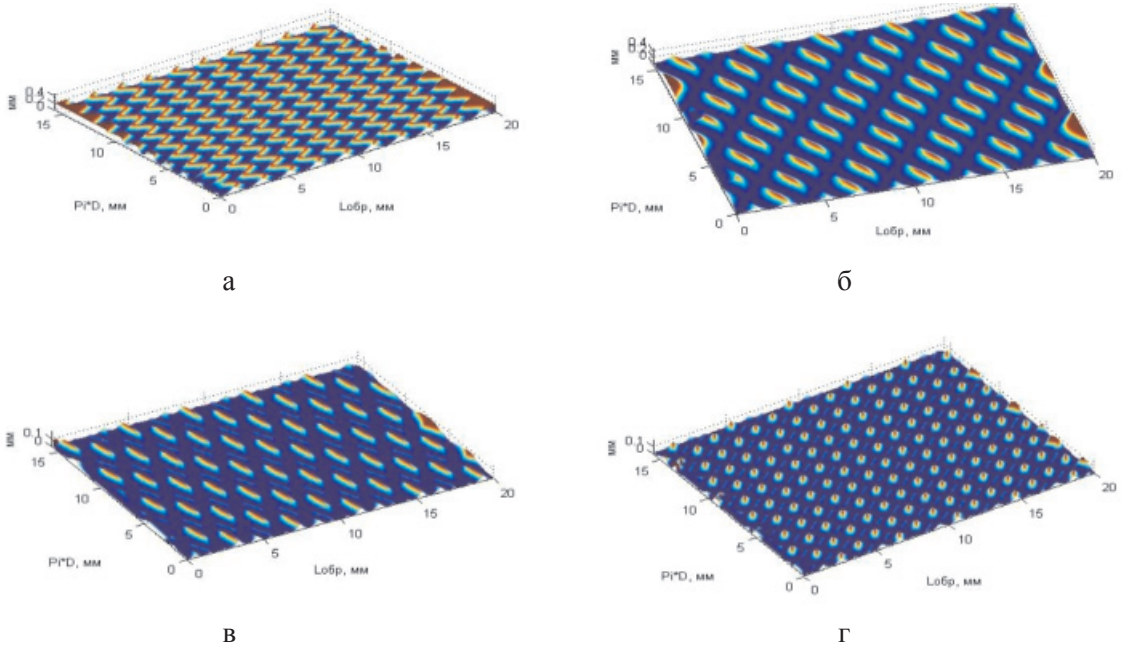


Рис. 5. Результаты моделирования поверхностей с системами канавок (а, б, в) и полностью новым регулярным микрорельефом (г), регламентированные ГОСТ 24773-81 поверхности с регулярным микрорельефом

3. Бобровский Н.М., Мельников П.А. Оптимизация параметров процесса выглаживания в производственных условиях с целью получения поверхности, пригодной для работы в условиях гидродинамического трения // Вектор науки ТГУ. – 2011. – № 2(16). – С. 65–67.

4. Дьяконов В.П. Matlab: Соврем. средство мат. моделирования процессов: учеб. курс. – СПб. [и др.]: Питер, 2001. – 553 с.

5. Шнейдер Ю.Г. Технология финишной обработки давлением: справочник. – СПб.: Политехника, 1998. – 413 с.

References

1. Bobrovskiy N.M. Increase of shafts exterior surfaces durability by smoothing with wide spherical tool : author's dissertation … Candidate of Technical Sciences : 05.02.08, Moscow, 1999, pp. 16.

2. Bobrovskiy N.M., Melnikov P.A., Bobrovskiy I.N., Ezhelev A.V., Lukyanov A.A. The research of the effect of processing modes on the hardened shafts surface roughness in mass production – Modern problems of science and education, 2011. URL: www.science-education.ru/99-4791 (access date: 17.09.2013).

3. Bobrovskiy N.M., Melnikov P.A. Process parameters optimization of smoothing in a production environment in order to obtain a suitable surface for working in hydrodynamic friction – Vector science TSU, 2011, no. 2(16), pp. 65–67.

4. Dyakonov V.P. Matlab: Modern mean of mathematical processes modeling: training course, St. Petersburg : Piter, 2001, p. 553.

5. Shneider Yu.G. Technology of finishing pressure : reference book, St. Petersburg: Politehnika, 1998, p. 413.

Рецензенты:

Васильев А.В., д.т.н., профессор, директор Института химии и инженерной экологии Тольяттинского государственного университета, г. Тольятти;

Горшков Б.М., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электротехнические комплексы и системы», ГОУ ВПО «Поволжский государственный университет сервиса», г. Тольятти.

Работа поступила в редакцию 20.09.2013.

УДК 66.081.2

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСЧЕТА МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АБСОРБЦИИ

Неумоина Н.Г., Белов А.В.

Камышинский технологический институт, филиал ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, Волгоградская область, e-mail: fpt@kti.ru

Предложен кинетический метод расчета многокомпонентной изотермической абсорбции. Основой для разработки метода послужила нелокальная версия термодинамики, предложенная Майковым В.П. В рамках разрабатываемого подхода установлен принцип дискретизации термодинамических параметров, который позволяет ввести в термодинамику время как существенный параметр и определить минимальный макроскопический масштаб для описания процессов переноса массы, тепла, импульса. Для системы «газ-жидкость» получено уравнение удельного мольного потока компонента через границу раздела фаз (уравнение массопередачи). При выводе этого уравнения применено приближение теории пограничного слоя. В пределах пограничного слоя перепад концентраций происходит по линейному закону. В коэффициентах массоотдачи, отвечающих за транспорт компонента в газовой и жидкой фазе, удалось выделить гидродинамическую и физическую составляющие. Гидродинамическая составляющая зависит от конкретной гидродинамической обстановки в зоне раздела фаз и фактически определяет толщину пограничного слоя. Физическая составляющая показывает, от каких теплофизических свойств контактирующих фаз газа и жидкости зависит коэффициент массоотдачи.

Ключевые слова: абсорбция, массопередача, массоотдача, коэффициент переноса

GROUND OF KINETIC METHOD OF CALCULATION TO MULTICOMPONENT ISOTHERMAL ABSORPTION

Neumoina N.G., Belov A.V.

A Kamyshin technological institute of the «Volgograd state technical university», Kamyshin, Volgograd area, e-mail: fpt@kti.ru

_The kinetic method of calculation of multicomponent isothermal absorption is proposed. The method is based on the nonlocal version of thermodynamics developed by Maikov V.P. Within a framework of the developed approach, a principle of discretization of thermodynamics parameters is set. This principal allows to introduce time to thermodynamics as an essential parameter and to define a minimum macroscopic scale for description of transfer processes of mass, heat and impulse. For the «gas-liquid» system, an equation of specific molar stream of the component through the boundary of phases' separation (equation of the masstransfer) was derived. For the conclusion of this equation approaching of theory of frontier layer is applied. Within the limits of frontier layer the overfall of concentrations takes place on a linear law. In the coefficients of massreturn responsible for the transport of the component in gas and liquid phase, it was succeeded to hydrodynamic and physical constituents. Hydrodynamic constituent depends on a certain hydrodynamic situation on the border of division of phases and actually determines the thickness of frontier layer. Physical constituent shows: what thermophysical properties of contacting phases of gas and liquid the coefficient of massreturn depends on.

Keywords: absorption, masstransfer, massreturn, coefficient of transfer

В промышленности процесс абсорбции применяется для разделения и осушки углеводородных газов. Увеличение масштабов производства при возросшем в настоящее время внимании к вопросам экологии и качеству готовой продукции требует дальнейшей разработки научно обоснованных и надежных методов расчета абсорбционной аппаратуры. Наиболее полное описание процессов, происходящих при массопередаче в системах «газ-жидкость», возможно на основе кинетических методов расчета. Но применение этих методов затруднено в связи с необходимостью определения коэффициентов массоотдачи и массопередачи [1-3]. Предлагаемый метод расчета кинетики изотермической абсорбции для многокомпонентных систем основан на уравнении массопередачи, которое получено в рамках нелокальной версии термодинамики (НВТ) [4]. Использование этого подхода позволяет частично устранить основную трудность, присущую кинетическим методам расчета.

Описание кинетики массообменного процесса на основе НВТ стало возможным в связи с тем, что установленный В.П. Майковым принцип дискретизации термодинамических параметров [4] позволяет внести в термодинамику время как существенный параметр. Рассмотрим кратко основные закономерности дискретизации термодинамических параметров. Приводимые ниже теоретические выводы не опираются на какие-либо модельно-механизменные представления и сохраняют в значительной степени термодинамический характер.

Принцип квантования термодинамических параметров явился следствием того, что естественная граница точности измерения количества теплоты (среднее значение теплового шума kT где k – константа

Больцмана, $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К; T – термодинамическая температура, K) была принята в качестве минимального значения количества теплоты. Записав второй закон термодинамики в конечных приращениях

$$\Delta S = \Delta Q / T, \qquad (1)$$

где ΔQ – количество теплоты, Дж; ΔS – приращение энтропии, Дж/К; и приравняв $\Delta Q = kT$ получим минимальное приращение энтропии

$$\Delta S = k. \qquad (2)$$

Здесь и далее минимальные приращения параметров будут обозначаться значком Δ.

Используя величину ΔQ как минимальную энергию в соотношении неопределенностей энергия-время квантовой физики, можно получить характерный масштаб времени

$$\Delta\tau = \hbar /(2\,kT), \qquad (3)$$

где $\hbar$ – постоянная Планка, $\hbar = 1{,}05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Величина $\Delta\tau$ определяет размеры пространства, в котором устанавливается локальное термодинамическое равновесие и формируется температура как термодинамический параметр (для нормальных условий $\Delta\tau$ имеет порядок 10^{-14} с). Объем этого пространства для однородной изотропной среды составит

$$V_M = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi}{6}\left(\frac{\hbar c}{kT}\right)^3, \qquad (4)$$

где $r = \Delta\tau c = \hbar c /(2\,kT)$ – характерный радиус взаимодействия, здесь c – скорость света в данной среде, м/с.

Далее этот объект будем называть макроячейкой. Так как макроячейка задает размеры пространства, в котором устанавливается термодинамическое равновесие, то для неё применимы соотношения равновесной термодинамики. Поэтому состояние макроячейки может быть охарактеризовано с помощью температуры, энтропии, массы количества частиц и других термодинамических параметров. Но эти параметры можно рассчитать лишь с конечной долей определенности. Возникающая неопределенность носит объективный характер и связана с тем, что макроячейки постоянно обмениваются между собой элементарными порциями количества теплоты $\Delta Q = kT$.

Если макроячейка получает элементарную порцию количества теплоты ΔQ при $P = \text{const}$, то объем, температура и масса макроячейки изменяются на величину

$$\Delta V = kT/k_S; \qquad (5)$$

$$\Delta T = \frac{6}{\pi}\frac{k^4 T^4}{c_P \rho \hbar^3 c^3}; \qquad (6)$$

$$\Delta m = \Delta V \rho M, \qquad (7)$$

где k_S – адиабатический модуль сжатия, н/м^2; c_P – мольная изобарная теплоемкость, Дж/(кмоль К); ρ – молярная плотность, кмоль/м^3; M – молярная масса, кг/кмоль.

Выбор условия $P = \text{const}$ вызван тем, что в состоянии динамического (флуктуационного) равновесия каждая отдельная макроячейка выступает лишь как область пространства, охваченная электромагнитным взаимодействием за время $\Delta\tau$, т.е. макроячейка не является объемом, который был бы физически фиксирован в определенных границах.

Изменение массы макроячейки – элементарная масса Δm содержит меньше одной частицы. Это значит, что элементарную массу можно рассматривать только как квазичастицу, которая в данном случае является акустическим фононом. Этот акустический фонон и отвечает за перенос массы, тепла и импульса в данной среде.

Так как минимальная скорость распространения акустического фонона (квазичастицы) равна скорости распространения звука в данной среде (это можно доказать), то можно ввести еще один характерный радиус взаимодействия – это радиус упругих взаимодействий между макроячейками

$$\Delta\ell = c_S \Delta\tau, \qquad (8)$$

где c_S – скорость звука в данной среде, м/с.

Известно, что уравнения массообмена, с помощью которых вводятся коэффициенты массопереноса, не имеют фундаментальной теоретической основы. Аппарат НВТ позволяет сформулировать основания такой теории.

Определим удельный равновесный мольный поток i-го компонента следующим образом

$$J^*_{Mi} = \frac{\Delta V \rho_{\text{СМ}}}{F\Delta\tau} y_i, \qquad (9)$$

где ρ_{CM} – молярная плотность смеси, кмоль/м^3; y_i – мольная доля компонента; F – поверхность, через которую проходит поток вещества, м^2.

Поверхность F определяется как отношение характерного для упругих взаимодействий объема ΔV к характерному линейному размеру $\Delta\ell$. Тогда выражение для удельного равновесного потока для i-го компонента запишется следующим образом

$$J^*_{Mi} = c_S \rho_{\text{СМ}} y_i. \qquad (10)$$

Если подставить значения скорости звука и плотности смеси для идеальногазовых условий, то получим следующее выражение:

$$J_{Mi}^{*} = \frac{P}{\sqrt{(c_P / c_V)RTM}}. \qquad (11)$$

Сравнение этого выражения с удельным потоком частиц, полученным в рамках статистической физики [5, с. 110]

$$N = \frac{P}{\sqrt{2\pi RTM}}, \qquad (12)$$

приводит к выводу о полной их идентичности с точностью до постоянного множителя порядка 2π, что подтверждает правильность выбора характерного линейного размера.

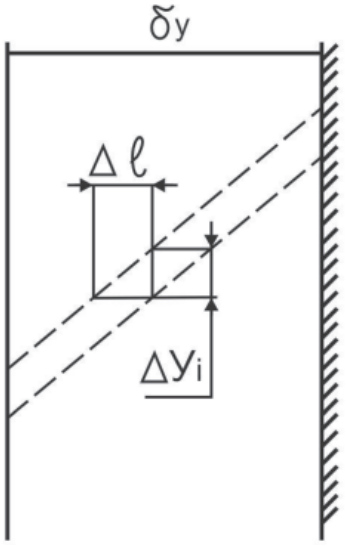
Перейдем непосредственно к описанию процесса переноса вещества из одной фазы в другую. В литературе по массообмену [1–3] принято считать, что при массоотдаче к турбулентному потоку или от него сопротивление переносу массы в значительной степени сосредоточено в тонком слое, прилегающем к границе раздела фаз. Примем эту гипотезу в качестве рабочей. Будем также считать, что для описания неравновесных процессов в приграничном слое можно применить линейное приближение. Тогда результирующая неравновесная плотность потока массы в линейном приближении для изотермических и изобарических условий составит

$$J_{Mi} = \Delta J_{Mi}^{*} = \frac{dJ_{Mi}^{*}}{dy}\Delta y_i. \qquad (13)$$

Линейное приближение предполагает, что перепад концентраций Δy_i мал. Оценим величину этого перепада. Для этого в некотором приграничном объеме, охватывающем как газовую, так и жидкую фазы, выделим ламинарный газовый слой толщиной δ_y (рисунок). Пусть в этом слое имеет место перепад концентраций $(y_i - y_i^{*})$, (где y_i^{*} – равновесная концентрация на границе раздела фаз). С позиций НВТ нельзя считать, что концентрация i-го компонента изменяется непрерывно. В силу квантовых эффектов профиль концентраций размытый. Величину этой размытости проще всего оценить, предполагая линейный профиль концентраций в пределах малой толщины слоя δ_y

$$\Delta y_i = \frac{y_i - y_i^{*}}{\delta_y / \Delta\ell}, \qquad (14)$$

где $n = \delta_y / \Delta\ell$ – число элементарных ступенек, каждой из которых соответствует перепад Δy_i.



Условия на межфазной границе

Подставляя выражение равновесного мольного потока (10) в (13) и учитывая (14), получим уравнение для неравновесного мольного потока

$$J_{Myi} = \left(c_{Sy}\rho_{CMy}\frac{\partial y_i}{\partial y_i} + \rho_{CMy}y_i\frac{\partial c_{Sy}}{\partial y_i} c_{Sy}y_i\frac{\partial \rho_{CMy}}{\partial y_i} \right)\frac{c_{Sy}\Delta\tau}{\delta_y}\left(y_i - y_i^{*}\right). \qquad (15)$$

Представим мольный поток в виде произведения плотности потока $\phi_{yi}\left(y_i - y_i^{*}\right)$ на некоторую скорость переноса c_{Cy}, которую будем называть скоростью переноса субстанции

$$J_{Myi} = c_{Cy}\phi_{yi}\left(y_i - y_i^{*}\right); \qquad (16)$$

$$c_{Cy} = c_{Sy}^2\Delta\tau / \delta_y; \qquad (17)$$

$$\phi_{yi} = \rho_{CMy} + \frac{\rho_{CMy}y_i}{c_{Sy}}\cdot\frac{\partial c_{Sy}}{\partial y_i} + y_i\frac{\partial \rho_{CMy}}{\partial y_i}. \qquad (18)$$

Вместо скорости переноса субстанции $c_{Сн}$ удобно ввести безразмерную характеристику процесса переноса массы – коэффициент переноса v_y, который определяется выражением

$$v_y = c_{Cy} / c_{Sy}. \qquad (19)$$

Тогда величина неравновесного мольного потока со стороны газовой фазы окончательно запишется следующим образом:

$$J_{Myi} = v_y c_{Sy}\phi_{yi}\left(y_i - y_i^{*}\right). \qquad (20)$$

На границе раздела фаз допускается существование термодинамического равновесия. Это условие определяется выражением

$$y_i^* = k_i x_i, \qquad (21)$$

где k_i – константа фазового равновесия для i-го компонента.

Учитывая условие фазового равновесия (21) и записав выражение для удельного мольного потока в газовой фазе (20) и аналогичное ему выражение для жидкой фазы, получим уравнение для удельного мольного потока через границу раздела фаз

$$J_{Myi} = k_{Fi}\left(y_i - k_i x_i\right); \qquad (22)$$

$$\frac{1}{k_{Fi}} = \frac{1}{\beta_{yi}} + \frac{k_i}{\beta_{xi}}; \qquad (23)$$

$$\beta_{yi} = v_y c_{Sy} \phi_{yi}; \qquad (24)$$

$$\beta_{xi} = v_x c_{Sx} \phi_{xi}, \qquad (25)$$

где k_{Fi} – коэффициент массопередачи *i*-го компонента; β_{yi}, β_{xi} – коэффициенты массоотдачи *i*-го компонента соответственно в газовой и жидкой фазах. Величина $\varphi_{yi}(\varphi_{xi})$, входящая в уравнение для коэффициента массоотдачи, может быть рассчитана теоретически (см. уравнение (18)). Она зависит от физических свойств смеси газа или жидкости (скорости звука, плотности, молярной массы). Безразмерный коэффициент переноса субстанции $v_y(v_x)$ характеризует гидродинамические условия, в которых протекает процесс массопередачи и теоретически в рамках поставленной задачи определен быть не может. В общем случае коэффициент переноса v_y меньше единицы. В пределе он может стать равным единице, и тогда $c_{Cy} = c_{Sy}$, $\delta_y = \Delta\ell$, то есть процесс переноса массы будет происходить с максимально возможной скоростью, равной скорости звука в данной среде, а толщина пограничного ламинарного слоя δ_y будет равна характерному линейному размеру $\Delta\ell$.

При использовании уравнения массопередачи (22) для расчета массообменного процесса коэффициентами переноса v_y и v_x необходимо задаваться и корректировать их в зависимости от того, какое распределение концентраций по высоте аппарата необходимо получить.

Таким образом, в рамках нелокальной версии термодинамики удалось раскрыть смысл коэффициентов массоотдачи, выделить в них физическую и гидродинамическую составляющие. Это позволит в дальнейшем по предложенной модели сформировать методику расчета массообменного аппарата, в котором протекает процесс однокомпонентной или многокомпонентной абсорбции. Как видно из предложенной модели, для каждого компонента будет своя плотность потока в газовой $\phi_{yi}\left(y_i - y_i^*\right)$ или жидкой $\phi_{xi}\left(x_i - x_i^*\right)$ фазе и один для всех компонентов коэффициент переноса v_y или v_x, который отвечает за гидродинамическую обстановку, существующую в данных условиях массопереноса. Алгоритм расчета по предложенной модели и результаты расчета однокомпонентной и многокомпонентной изотермической абсорбции будут изложены в следующем сообщении.

Список литературы

1. Александров И.А. Массопередача при ректификации и абсорбции могокомпонентных смесей. – Л.: Химия, 1974. – 320 с.

2. Кафаров В.В. Основы массопередачи. – М.: Высшая школа, 1979. – 439 с.

3. Майков В.П. Расширенная версия классической термодинамики – физика дискретного пространства-времени. – М.: МГУИЭ. 1997 – 160 с., ил.

4. Трайбус М. Термостатика и термодинамика. – М.: Энергия, 1974. – 504 с.

5. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. – М.: Химия, 1982. – 696 с.

References

1. Aleksandrov I.A. Masstransfer during rectification and absorption of multicomponent mixtures. Leningrad: Chemistry, 1974. 320 p.

2. Kafarov V.V. Bases of masstransfer. Moscow.: Higher school, 1979. 439 p.

3. Maikov V.P. The extended version of classic thermodynamics is physics of discrete space-time. Moscow: MGUIE. 1997. 160 p.

4. Traibus M. Thermostatics and thermodynamics. Moscow: Energy, 1974. 504 p.

5. Sherwood T., Pigford R., Wilke Ch. Masstransfer , Moscow: Chemistry, 1982. 696 p.

Рецензенты:

Фокин В.М., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Энергоснабжение и теплотехника», ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», г. Волгоград;

Семенов Б.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленная теплотехника», ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 004.021

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БВЕ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ФУНКЦИИ EXP(X) НА ПЛИС

Попов С.Д., Опадчий Ю.Ф.

ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского», Москва, e-mail: electron_inform@mail.ru

В данной статье рассмотрена модификация метода БВЕ для вычисления экспоненциальной функции применительно к ПЛИС. В целях повышения быстродействия и уменьшения себестоимости метод БВЕ комбинируется с таблицами заранее вычисленных значений. Также рассмотрен способ приведения произвольного аргумента, так как область определения метода БВЕ ограничена промежутком [0, 0,25). Оценки быстродействия и аппаратных затрат проведены с помощью САПР Quartus II фирмы Altera применительно к ПЛИС серии Stratix III. Проведено сравнение предложенного способа вычисления экспоненциальной функции и встроенной в САПР Quartus II мегафункцией altpf_exp, в результате чего показано, что предложенная комбинация табличного метода и метода БВЕ позволяет уменьшить как время вычисления, так и затраты аппаратных ресурсов ПЛИС на реализацию.

Ключевые слова: ПЛИС, алгоритм вычисления, экспоненциальная функция

APPLICATION OF THE FEE METHOD TO CALCULATE EXP(X) FUNCTION ON FPGA

Popov S.D., Opadchiy Y.F.

«MATI» – Russian State University of Aviation Technology n.a. K.E. Tsiolkovsky, Moscow, e-mail: electron_inform@mail.ru.

In this article the modification of the FEE method is used to calculate the exponential function on FPGA. FEE method is combined with tables of pre-computed values in order to improve performance and reduce the cost of hardware resources. Also a method of bringing arbitrary argument is considered, as the domain of the FEE method is limited by the interval [0, 0.25). Evaluation of performance and hardware costs carried by Altera Quartus II software, Altera Stratix III is used as a target FPGA. The proposed method for calculating the exponential function is compared with built into Quartus II software megafunction altpf_exp, whereby is shown that the proposed combination of table method and the FEE method reduces computation time as well as the cost of hardware resources of FPGA.

Keywords: FPGA, algorithm of calculation, exp(x) function

Разработка специализированных вычислителей на ПЛИС часто требует нахождения численного значения элементарных математических функций. Обычно для этого используются имеющиеся в стандартном пакете САПР мегафункции. Так, например, в САПР Quartus II фирмы «Альтера» [5], имеются мегафункции для вычисления основных математических функций, такие как altpf_exp, altpf_log. altpf_sincos. Эти мегафункции работают с данными, представленными согласно стандарту IEEE 754 в формате с плавающей точкой. Допускается использование вычислений с одинарной (1 бит знака, 8 бит – порядок, 23 бита – мантисса), двойной (1 бит знака, 11 бит – порядок, 52 бита – мантисса) и одинарной расширенной (1 бит знака, 31 – 52 мантисса) точностями.

Ниже приведена таблица, заимствованная из документации к САПР Quartus II, характеризующая аппаратные затраты и производительность мегафункции altpf_exp применительно к ПЛИС серии Stratix III.

Таблица 1

Параметры мегафункции altpf_exp

Точность	Задержка (такты)	Логические элементы				Макс. частота работы, мГц
		Таблицы перекодировок (ALUTs)	Спец. регистры (DLRs)	Модули ALMs	18-битные DSP блоки	
Одинарная	17	631	521	445	19	275
Двойная	25	4138	2022	2959	46	257

Согласно приведенным данным, время получения результата при одинарной точности составляет порядка 62 nS, а при двойной точности – порядка 98 nS.

На практике диапазон изменения аргумента заранее известен, и он, как правило, значительно уже, чем допускает мегафункция. Поэтому практический интерес представляет поиск более гибких решений, обеспечивающих получение требуемой точности вычисления при меньших аппаратных затратах и большем быстродействии.

Нахождение численного значения элементарных функций всегда сводится к вычислению некоторого степенного многочлена. Широко известные методы вычисления многочлена, такие как метод Горнера [2], методы с предварительной обработкой коэффициентов [4], хотя и позволяют ускорить вычисление многочлена, но по своей структуре фактически нацелены на последовательное, итерационное вычисление, свойственное классическим вычислительным машинам.

Применение ПЛИС позволяет произвольно синтезировать структуру вычислителя, широко используя распараллеливание процесса, что предполагает значительное сокращение времени получения результата. Одним из методов, позволяющих реализовать такую возможность, является метод БВЕ (Быстрое Вычисление Е-функций). Рассмотрим особенности применения этого метода на примере вычисления функции $\exp(x)$.

Алгоритм, описанный в [1], предполагает, что диапазон изменения аргумента удовлетворяет условию $0 < x_0 < 0{,}25$ и число верных разрядов результата $n > 8$. Расчетная разрядность аргумента для требуемого числа верных разрядов результата определяется выражением $N = 2^{k+1}$, где $k = CEIL\left(\ln n / \ln 2\right)$.

Сгруппируем весовые коэффициенты расчетного аргумента

$$x_N = \alpha_3 \cdot 2^{-3} + \alpha_4 \cdot 2^{-4} + \alpha_5 \cdot 2^{-5} + ... + \alpha_N \cdot 2^{-N}$$

по степеням 2^{-2^m}:

$$x_N = \beta_2 \cdot 2^{-4} + \beta_3 \cdot 2^{-8} + \beta_4 \cdot 2^{-16} + ... + \beta_{k+1} \cdot 2^{-N_0}, \quad (1)$$

где

$$\beta_2 = \alpha_3\alpha_4,\ \beta_3 = \alpha_5\alpha_6\alpha_7\alpha_8,$$
$$\beta_4 = \alpha_9\alpha_{10}\alpha_{11}\alpha_{12}\alpha_{13}\alpha_{14}\alpha_{15}\alpha_{16},$$
$$\beta_5 = \alpha_{17}\alpha_{18}\alpha_{19}\alpha_{20}\ldots\alpha_{32}$$

и так далее. В общем случае β_ν есть некоторое целое двоичное число, полная запись которого определяется выражением:

$$\beta_\nu = \sum_{i=0}^{2^{\nu-1}-1} a_{2^{\nu-1}+1+i} \cdot 2^{-2^{\nu-1}-1-i}.$$

Используя выражение (1), функцию $\exp(x_N)$ можно представить в следующем виде

$$\exp(x_N) = \prod_{\nu=2}^{k+1} \exp\left(\beta_\nu \cdot 2^{-2^\nu}\right). \quad (2)$$

Выражение (2) позволяет разбить вычислительный процесс определения численного значения функции $\exp(x_N)$ на несколько параллельно выполняемых ветвей.

Вычисление каждой ветви выполняется с использованием ее разложения в ряд Маклорена:

$$\exp(\beta_\nu \cdot 2^{-2^\nu}) = 1 + \frac{\beta_\nu \cdot 2^{-2^\nu}}{1!} + \frac{\left(\beta_\nu \cdot 2^{-2^\nu}\right)^2}{2!} + \frac{\left(\beta_\nu \cdot 2^{-2^\nu}\right)^3}{3!} + ... + \frac{\left(\beta_\nu \cdot 2^{-2^\nu}\right)^r}{r!} + R_\nu(r), \quad (3)$$

причем число членов каждого разложения определяется выражением:

$$r = N \cdot 2^{1-\nu}. \quad (4)$$

Так, например, для вычисления функции с 12 верными разрядами имеем $k = 4$, $N = 32$,

$$x_N = \beta_2 \cdot 2^{-4} + \beta_3 \cdot 2^{-8} + \beta_4 \cdot 2^{-16} + \beta_5 \cdot 2^{-32};$$
$$\exp(x_N) = \exp\left(\beta_2 \cdot 2^{-4}\right) \cdot \exp\left(\beta_3 \cdot 2^{-8}\right) \cdot \exp\left(\beta_4 \cdot 2^{-16}\right) \cdot \exp\left(\beta_5 \cdot 2^{-32}\right),$$

причем число членов в соответствующих разложениях ряда Маклорена определяется из условия (4) следующим образом: $r = 16$ для $\exp(\beta_2 \cdot 2^{-4})$, $r = 8$ для $\exp(\beta_3 \cdot 2^{-8})$, $r = 4$ для $\exp(\beta_4 \cdot 2^{-16})$, $r = 2$ для $\exp(\beta_5 \cdot 2^{-32})$.

Из приведенного примера видно, что чем больше в (3) значение ν, тем меньше членов в соответствующем разложении, то есть тем проще реализация вычислителя.

На рис. 1 приведен граф вычислительного процесса, соответствующий выражению (2) для 12 верных разрядов результата.

Модуль BL_B2 реализует вычисление $\exp(\beta_2 \cdot 2^{-4})$, модуль BL_B3 – вычисление $\exp(\beta_3 \cdot 2^{-8})$, модуль BL_B4 – вычисление $\exp(\beta_4 \cdot 2^{-16})$, а модуль BL_B5 – вычисление $\exp(\beta_5 \cdot 2^{-32})$. Очевидно, что длина графа для каждого модуля будет определяться значением r. Так, $\exp(\beta_5 \cdot 2^{-32}) \approx 1 + \beta_5 \cdot 2^{-32}$, что не требует выполнения каких-либо вычислений и сводится к перезаписи соответствующих разрядов аргумента в результат:

$$\exp(\beta_5 \cdot 2^{-32}) \approx 1.0000000000000000\alpha_{17}\alpha_{18}\alpha_{19}\alpha_{20}\alpha_{21}\alpha_{22}\alpha_{23}\alpha_{24}\alpha_{25}\alpha_{26}\alpha_{27}\alpha_{28}\alpha_{29}\alpha_{30}\alpha_{31}\alpha_{32}.$$

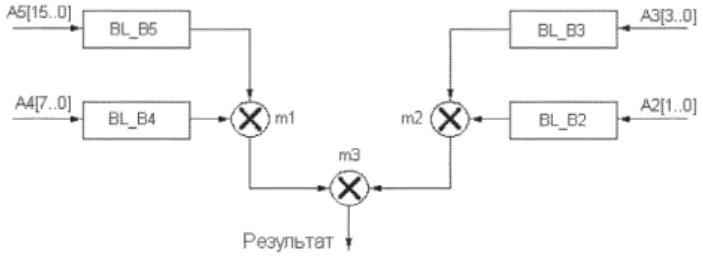


Рис. 1. Граф вычислительного процесса, соответствующий выражению (2) для 12 верных разрядов результата

Модуль BL_B3 реализует вычисление согласно выражению:

$$\exp(\beta_4 \cdot 2^{-16}) \approx \tilde{\beta}_4^2 \cdot 2^{-16} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\tilde{\beta}_4}{A_3} \cdot 2^{-10} \right) \cdot + 1 + \tilde{\beta}_4 \cdot 2^{-8},$$

где $\tilde{\beta}_4 = 0.\alpha_9\alpha_{10}\alpha_{11}\alpha_{12}\alpha_{13}\alpha_{14}\alpha_{15}\alpha_{16}$ – число < 1, и A_3 = 1,5.

Граф процесса, реализованный в данном модуле, показан на рис. 2. Его реализация требует только двух умножителей. Очевидно, что графы, реализованные в модулях BL_B2 и BL_B3, имеют значительно более сложную структуру.

Результаты моделирования проекта в среде Quartus II приведены на рис. 3. Минимальное число верных разрядов результата равно 33, что значительно превосходит исходные требования (12 разрядов). Следовательно, для заданной точности такое решение является избыточным. Аппаратные затраты на реализацию вычислителя сведены в табл. 2.

Анализ полученных результатов показал, что основные затраты аппаратных ресурсов расходуются для реализации модулей BL_B3 и BL_B2. При этом на входах данных модулей соответственно действуют 2 и 4-разрядные аргументы, то есть возможное число выходных значений соответственно равны 4 и 16. В этом случае целесообразно отказаться от применения в этих модулях разложения в ряд Маклорена в пользу табличного выбора заранее рассчитанных результатов соответствующих аргументов.

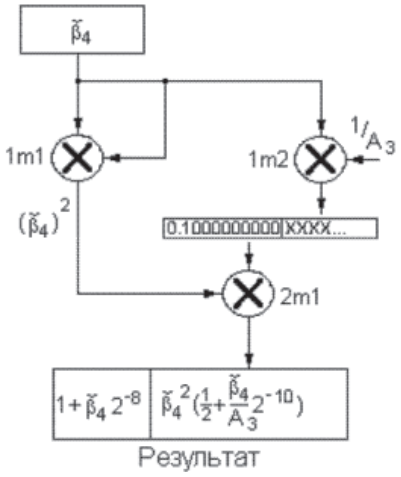


Рис. 2. Граф модуля BL_B3

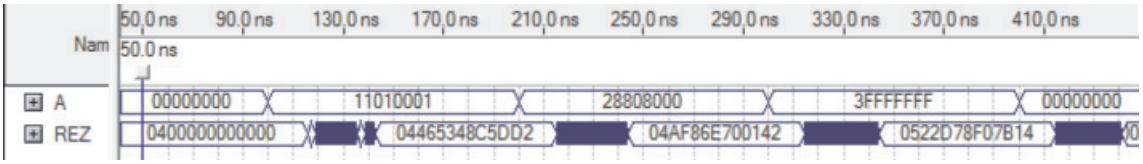


Рис. 3. Результаты моделирования проекта в среде Quartus II

Таблица 2

Аппаратные затраты на реализацию метода БВЕ

Модуль	ALUTs блоки	18 бит DSP блоки
BL_B5	0	0
BL_B4	26	11
BL_B3	72	26
BL_B2	271	56
Общие для рис. 1	622	139

Реализация такого подхода в среде Quartus II потребовала 49 ALUTs и 17 DSP блоков. При этом в модулях BL_B2 и BL_B3 использованы константы с 32 верными разрядами. Суммарное время вычисления не превосходит 30 nS. Минимальное число верных разрядов результата равно 31.

Следует отметить, что, так как константы в модулях BL_B2 и BL_B3 могут быть рассчитаны с произвольным числом верных разрядов, общая точность вычисления

определяется процессами в модулях BL_B4 и BL_B5.

Расчеты показывают, что предельная точность вычисления в модуле BL_B5 по предложенному алгоритму соответствует максимальному значению аргумента и составляет 34 верных разряда результата. Предельная точность вычисления по алгоритму на рис. 2 для модуля BL_B4 составляет 37 верных разрядов. Эти цифры являются определяющими при выборе разрядностей констант в модулях BL_B2 и BL_B3.

Как было отмечено ранее, рассмотренный алгоритм позволяет вычислить значение функции при условии, что аргумент лежит в диапазоне $0 < x_0 < 0{,}25$. При больших значениях аргумента результат может быть получен с использованием выражения:

$$\exp(x_{\text{РАСЧЕТ}} + \text{const}) = \exp(x_{\text{РАСЧЕТ}}) \cdot \exp(\text{const}), \quad (5)$$

где $x_{\text{РАСЧЕТ}}$ – расчетное значение аргумента из диапазона $0 < x_0 < 0{,}25$; exp(const) – заранее вычисленная константа.

Это потребует использования дополнительного умножителя и блока памяти с вычисленными значениями exp(const).

Наиболее просто решить задачу расширения диапазона изменения аргумента при реализации на ПЛИС можно в случае, если изменение аргумента лежит в диапазоне $0 \le x < \ln(2)$ [3]. В этом случае результат при более широком диапазоне изменения аргумента сдвигается влево на величину s, равную неполному частному от деления действительного аргумента на ln(2):

$$s = FLOOR\left[x \Big/ \ln(2) \right].$$

При таком подходе реализация выражения (5) потребует введения в устройство блока вычисления s, а сама функция ищется от нового аргумента $x_{\text{РАС}}$, равного:

$$x_{\text{РАС}} = x \cdot 1 \Big/ \ln(2) - FLOOR\left[x \Big/ \ln(2) \right].$$

Полученный результат при помощи сдвигового регистра может быть сдвинут на s разрядов влево, либо представлен в показательной форме в виде порядка и мантиссы. При этом порядок – целое число, а мантисса всегда содержит один разряд целой части. Очевидно, что такой подход вносит в расчет дополнительную погрешность, обусловленную приближенностью значения $1 \Big/ \ln(2)$. Для ее уменьшения желательно число верных разрядов констант выбирать большим числа верных разрядов аргумента, как минимум на один.

На рис. 4 приведена заимствованная из [3] структура блока подготовки данных, выделяющая из исходного аргумента порядок и новое расчетное значение аргумента, удовлетворяющее условию $0 \le x < \ln(2)$. Ее реализация требует двух умножителей.

Для использования такого подхода модуль BL_B2 должен содержать все константы, удовлетворяющие условию $0 \le x < \ln(2)$, что легко обеспечить на практике.

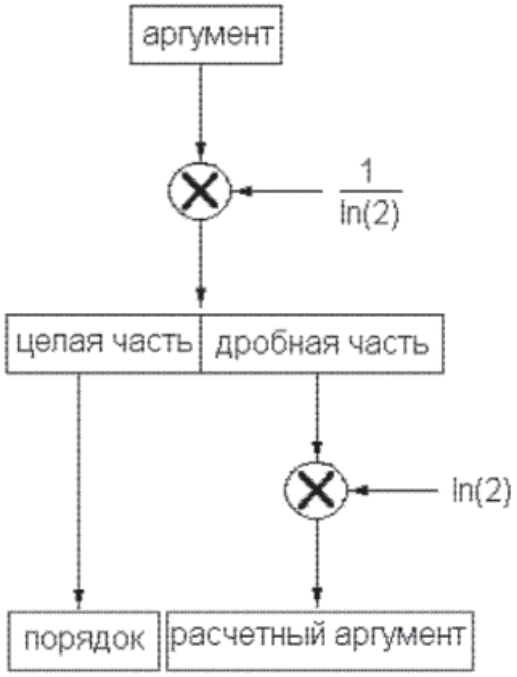


Рис. 4. Структура блока подготовки данных.

С использованием описанного подхода был разработан вычислитель для функции exp(x), формирующий на выходе порядок и мантиссу. Его основные параметры:

– исходный аргумент 4 разряда целой части + 33 разряда дробной части;

– разрядность порядка – 5 разрядов;

– разрядность мантиссы – 1 разряд целой части + 34 разряда дробной части;

– аппаратные затраты – 117 блоков ALUTs и 29 DSP блоков;

– максимальное время вычисления на ПЛИС Stratix III не превосходит 45 nS;

– минимальное число верных разрядов на выходе – 30 разрядов.

На рис. 5 приведены временные диаграммы, полученные в результате моделирования вычислителя в среде Quartus II фирмы Altera (A – аргумент, man – мантисса, por – порядок).

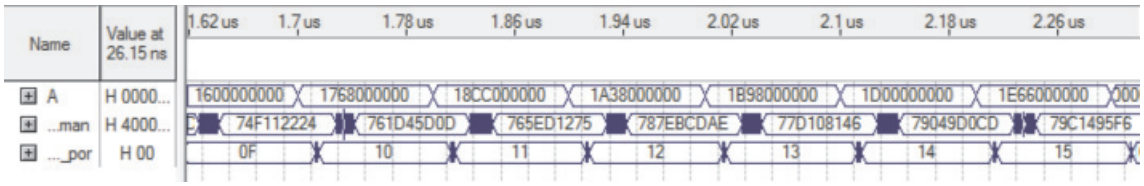


Рис. 5. Временные диаграммы, полученные в результате моделирования вычислителя

Из проведенных исследований следует вывод, что комбинация табличного и БВЕ методов делает возможным разработать вычислитель для функции exp(x), который при ограниченном диапазоне изменения аргумента позволяет реализовать устройство с меньшими аппаратными затратами и большим быстродействием. При увеличении точности вычисления достоинства предлагаемого метода становятся более ощутимыми.

Список литературы

1. Карацуба Е.А. Быстрые алгоритмы и метод БВЕ. URL: http://www.ccas.ru/personal/karatsuba/alg.htm (дата обращения: 19.04.2012).

2. Люстерик Л.А., Червоненкис О.А., Янпольский А.Р. Математический анализ. Вычисление элементарных функций. – М.: Физматгиз, 1963. – 248 с.

3. Мо Чжо Чо, Опадчий Ю.Ф. Алгоритм вычисления показательной функции на ПЛИС // Новые материалы и технологии: сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции (Москва, 11–13 ноября 2008 г.). – М., 2008. – Т. 3. – С. 113–115.

4. Пан В.Я. О способах вычисления значений многочленов // Успехи математических наук. – 1966. – Т. 21. – № 1. – С. 103–134.

5. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы Altera. Проектирование устройств обработки сигналов. – М.: Додека-XXI, 2000. – 128 с.

References

1. Karacuba E.A. Bystrye algoritmy i metod BVE. Available at: http://www.ccas.ru/personal/karatsuba/alg.htm (accessed 19 April 2012).

2. Ljusterik L.A., Chervonenkis O.A., Janpolskij A.R. Matematicheskij Analiz. Vychislenie Jelementarnyh Funkcij. Fizmatgiz, Moscow, 1963, 248 p.

3. Mo Chzho Cho, Opadchij Yu.F. Algoritm Vychislenija Pokazatelnoj Funkcii na PLIS // *Sbornik Trudov Vserossijskoj Nauchno-Tehnicheskoj Konferencii «Novye Materialy i Tehnologii»* (Moscow, 11–13 November 2008). Moscow, 2008, vol. 3, pp. 113–115.

4. Pan V.Ja. O Sposobah Vychislenija Znachenij Mnogochlenov. // Uspehi Matematicheskih Nauk, 1966, vol. 21, no. 1, pp. 103–134.

5. Steshenko V.B. PLIS firmy Altera. Proektirovanie ustrojstv obrabotki signalov. M.: Dodeka-XXI, 2000, 128 p.

Рецензенты:

Волков Н.Н., д.т.н., профессор Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), кафедра «Информационные системы и телекоммуникации», г. Москва;

Шевцов Д.А., д.т.н., профессор Московского авиационного института (Национального исследовательского университета), кафедры № 306 «Микроэлектронные электросистемы», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 004.942

РЕГИСТРАЦИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В СИЛЬНО РАССЕИВАЮЩИХ СРЕДАХ БЕЗ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ

Потлов А.Ю., Галеб К.И.С., Проскурин С.Г.

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, e-mail: zerner@yandex.ru

Описана модель распространения фотонов в сильно рассеивающей среде, по оптическим свойствам сходной с биологической тканью, и новый подход к непосредственной регистрации неоднородности в моделируемом объекте без решения обратной задачи, на основе вычисления, визуализации и анализа индекса неоднородности. Он вычисляется в результате нормирования средней плотности потока поздно пришедших фотонов для каждой временной функции рассеяния точки (ВФРТ); визуализируется в виде двумерного графика зависимости полученных нормированных величин от угла между световодом источника излучения и световодом детектора соответствующей ВФРТ. Далее проводится анализ на наличие или отсутствие экстремумов, их местоположения и величин, по которым можно судить о наличии или отсутствии поглощающей или рассеивающей неоднородности, её местоположении и примерных оптических свойствах.

Ключевые слова: диффузионная оптическая томография (ДОТ), поздно пришедшие фотоны (ППФ), уравнение переноса излучения (УПИ), индекс неоднородности

INHOMOGENEITY DETECTION WITHOUT INVERSE PROBLEM SOLUTION IN TURBID MEDIA

Potlov A.Y., Ghaleb K.E.S., Proskurin S.G.

Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: zerner@yandex.ru

The model of photons propagation in a strongly scattering medium, with biological tissue like optical properties and a new approach to the direct inhomogeneity detection in a phantom without the inverse problem solution, based on calculation, visualization and analysis of inhomogeneity index, are presented. It's calculated by rationing average flux density of late arriving photons for each time point spread function (TPSF); visualized as a two dimensional plot of the normalized values obtained from the angle between the light source and the detector corresponding TPSF. Then it's analyzed for the presence or absence of extrema, their location and values by which to conclude the presence or absence of an absorbing or scattering inhomogeneity, its location and approximate optical properties.

Keywords: diffuse optical tomography (DOT), late arriving photons (LAP), radiative transfer equation (RTE), homogeneity index

Совокупность оптических методов визуализации структуры биологических тканей, использующих различные эффекты взаимодействия света с рассеивающими средами, в настоящее время носит название оптической томографии (ОТ) [1]. Одним из наиболее перспективных методов ОТ является диффузионная оптическая томография (ДОТ) – метод исследования биологических тканей на глубину до 10–15 см, основанный на регистрации и последующем анализе динамики изменения интенсивности одиночного импульса лазерного излучения ближнего инфракрасного (ИК) диапазона в процессе многократного рассеяния (диффузии фотонов) внутри биологической ткани.

На сегодняшний день не все научно-технические проблемы ДОТ решены, и диффузионные томографы не выпускаются серийно. Тем не менее один оптический маммограф, как первый опытный образец, проходящий уже этап клинических испытаний, сегодня известен – маммограф «CTLM» фирмы «Imaging Diagnostic Systems, Inc.» (США) [2]. Однако, как первый образец он достаточно громоздкий и дорогостоящий.

Целью данной работы является попытка упрощения процесса регистрации неоднородностей в биологических тканях, т.е. частичного разрешения одной из ключевых проблем ДОТ.

Модель распространения фотонов в сильно рассеивающей среде

Для получения временных функций рассеяния точки (ВФРТ) в данной работе используется модель капли – единичного импульса излучения с заданным количеством фотонов, попадающего в объект около поверхности и диффундирующего внутри него [9]. Она позволяет достаточно точно описать экспериментально полученные данные [4, 8] как для однородного, так и для неоднородного случаев и базируется на численном решении уравнения переноса излучения (УПИ) в диффузионном приближении с граничным условием третьего рода (Робина).

Согласно диффузионному приближению к УПИ [6], распределение фотонов в объеме моделируемого трехмерного конечного объекта в последовательные моменты времени описывается как:

$$\frac{1}{c}\frac{\partial\varphi(x,y,z,t)}{\partial t} - D(x,y,z)\nabla^2\varphi(x,y,z,t) + \mu_a(x,y,z)\varphi(x,y,z,t) = S(x,y,z,t), \forall x,y,z \in \Omega,$$

где C – скорость света в среде, x, y, z – координаты всех точек конечной моделируемой области, включающей в себя внутреннюю часть моделируемого объекта (Ω), его границу ($\partial\Omega$), источник излучения (q), детекторы и окружающую объект среду; $D(x, y, z)$ и $\mu_a(x, y, z)$ – соответственно коэффициент диффузии и коэффициент поглощения в точках с координатами x, y, z. $S(x, y, z, t)$ – функция источника фотонов, представляющая собой зависимость количества фотонов, вводимых в моделируемый объект Ω в точке q границы $\partial\Omega$ от момента времени t. Скорость света в среде c вычисляется из

$$c = \frac{c_0}{\nu_{\text{object}}},$$

где c_0 – скорость света в вакууме и ν_{object} – относительный коэффициент преломления моделируемого объекта Ω и его границы $\partial\Omega$. Отметим, что в модели вместе с параметром ν_{object} используется параметр ν_{medium} – относительный коэффициент преломления окружающей объект среды (в случае воздуха $\nu_{medium} = 1$). Коэффициент диффузии [6] находится как:

$$D(x, y, z) = \left\{3\left[\mu_a(x, y, z) + (1 - g(x, y, z))\mu_s(x, y, z)\right]\right\}^{-1},$$

где $\mu_s(x, y, z)$ и $g(x, y, z)$ – коэффициент рассеяния и параметр анизотропии в точках с координатами x, y, z соответственно.

Граничное условие Робина используется для описания потока фотонов на границе [5] моделируемого объекта Ω:

$$\varphi(x, y, z, t) + 2D(x, y, z)F\frac{\partial\varphi(x, y, z, t)}{\partial n\,(x,\ y,\ z)} = 0,\ \forall x, y, z \in \partial\Omega,\ x, y, z \notin q,$$

где $n(x, y, z)$ – направление внешней нормали к границе $\partial\Omega$ в точке с координатами x, y, z ; F – коэффициент френелевского отражения [5], вычисляемый как:

$$F = \frac{\dfrac{2}{1 - R_0} - 1 + \left|\cos(Q_c)\right|^3}{1 - \left|\cos(Q_c)\right|^2},$$

где R_0 и Q_c коэффициенты, соответственно равные:

$$R_0 = \frac{\left(\dfrac{\nu_{\text{object}}}{\nu_{\text{medium}}} - 1\right)^2}{\left(\dfrac{\nu_{\text{object}}}{\nu_{\text{medium}}} + 1\right)^2} \text{ и } Q_c = \arcsin\left(\frac{\nu_{\text{medium}}}{\nu_{\text{object}}}\right).$$

Описанная модель реализована на графическом языке программирования «G» среды разработки и платформы для выполнения программ LabVIEW. Неявная разностная схема построена по семиточечному шаблону. Начальное приближение функции $\varphi(x, y, z, t)$ во всех узлах сетки генерируется с учетом позиции источника фотонов и количества фотонов, испускаемых в течение одиночного импульса. В качестве критерия окончания итерационного процесса использовано достижение заданной точности (критерий подгонки). Результаты моделирования распределения фотонов в однородном и неоднородном цилиндрическом объекте показаны на рис. 1.

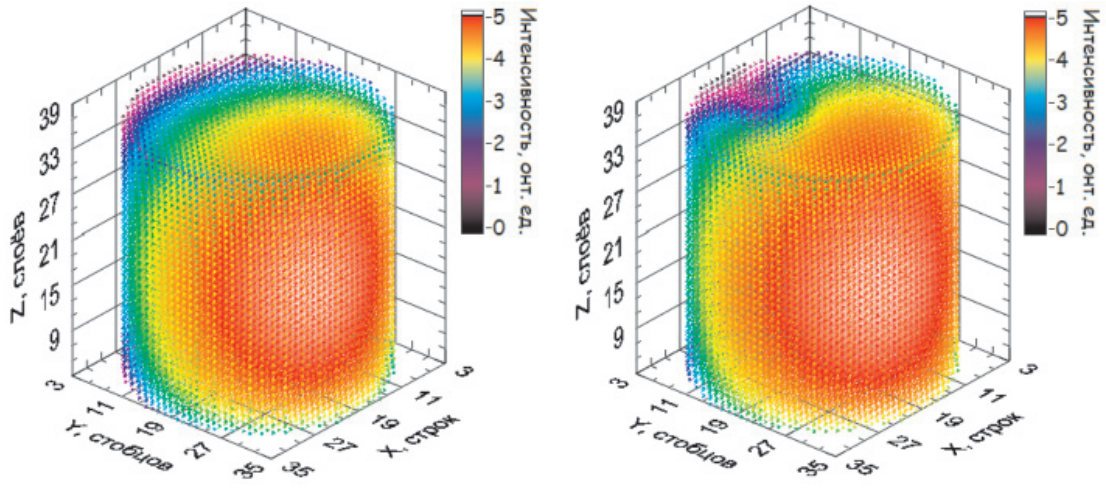


Рис. 1. Распределение фотонов в однородном (а) и неоднородном (б) цилиндрических объектах через 0,75 нс после испускания импульса

Индекс неоднородности

В связи со сложностью решения обратной задачи в ДОТ и высокими требованиями к производительности вычислений в данной работе предлагается обратить внимание на возможность прямой регистрации неоднородностей. Одним из способов такой регистрации является использование специального индекса, вычисляемого на основе ВФРТ.

В работах [3, 7, 9] вводится понятие индекса неоднородности – $Hi(t)$, который представляется как зависимость от времени стандартного отклонения интенсивности излучения от его средних значений для N-го количества детекторов. $Hi(t)$ обладает достаточно высокой информативностью. В однородном случае он стремится к нулю, а в неоднородных (поглощающая неоднородность) – к параллельным прямым. Минимум наблюдается, когда поглощающая неоднородность располагается рядом с источником излучения. Таким образом, индекс неоднородности позволяет легко отличать однородный случай от различных неоднородных, но указать позицию неоднородности он не может. В связи с этим предлагается новый подход к вычислению индекса, главным принципом которого является использование только поздно пришедших фотонов (ППФ), т.е. только конечных частей ВФРТ.

Индекс неоднородности можно вычислять следующим образом: сначала для ППФ каждой ВФРТ определить среднюю плотность потока фотонов, затем нормировать её и на основании полученных данных построить двумерный график её зависимости от угла между световодом источника излучения и световодом детектора соответствующего ВФРТ.

Обозначим ППФ ВФРТ как $R(\alpha, t)$, где $\alpha = \frac{360^\circ}{N}, \frac{2 \cdot 360^\circ}{N}, \ldots, 360^\circ$ – углы к оси падающего излучения, под которым располагаются детекторы; N – количество детекторов, $t = T_{isot}, T_{isot} + \Delta t, \ldots, T$ – дискретные моменты времени, с шагом Δt; T – максимальное время, прошедшее с момента падения импульса на объект, в течение которого попавшие на детектор фотоны регистрируются (чаще всего 5–7 нс), T_{isot} – минимальное время, прошедшее с момента падения импульса на объект до момента, когда все детектируемые фотоны можно считать поздно пришедшими (чаще всего 2–3 нс). Далее, отнеся количество ППФ $R(\alpha, t)$, попавших на детектор α к площади поверхности детектора S_a и времени Δt, получаем величину плотности потока фотонов на детекторе $P(\alpha, t)$:

$$P(\alpha, t) = \frac{R(\alpha, t)}{S_a \Delta t}.$$

Находим среднюю плотность потока ППФ на α-м детекторе:

$$\overline{P(\alpha)} = \frac{\Delta t}{T - T_{isot}} \sum_{t=T_{isot}}^{T} P(\alpha, t).$$

И, наконец, нормируя $\overline{P(\alpha)}$, получаем индекс неоднородности H(α), представляющий собой зависимость средней плотности ППФ от угла между световодом источника излучения и световодом детектора соответствующего ВФРТ.

Результаты исследования и их обсуждение

Предложенный подход к вычислению индекса неоднородности, как и модель распространения фотонов в оптически мутной среде, был реализован в виде специализированного программного продукта в среде LabVIEW. Результаты его работы для одинаковых по размерам однородного и нескольких неоднородных модельных объектов показаны на рис. 2. В неоднородных случаях использовалась поглощающая неоднородность размером 30% от диаметра моделируемого объекта, расположенная под углом 180° к оси падающего излучения на глубине 10% от диаметра моделируемого объекта. Из рисунка следуют основные преимущества предлагаемого :

- В однородном случае он является прямой линией.
- В неоднородных случаях он представляет собой кривую, причем если неоднородность поглощающая, то у кривой будет четко выраженный глобальный максимум, если рассеивающая – глобальный минимум.
- Координата экстремума по оси H (в данном случае «Индекс неоднородности, отн. ед.») примерно характеризует:
  - в случае поглощающей неоднородности – разницу между коэффициентами поглощения неоднородности и однородной части
  - в случае рассеивающей неоднородности – разницу между коэффициентами рассеяния неоднородности и однородной части
- Координата экстремума по оси α (в данном случае «Угол, градусов») указывает угол между световодом источника излучения и световодом ближайшего к неоднородности детектора, т.е. примерное местоположение неоднородности.

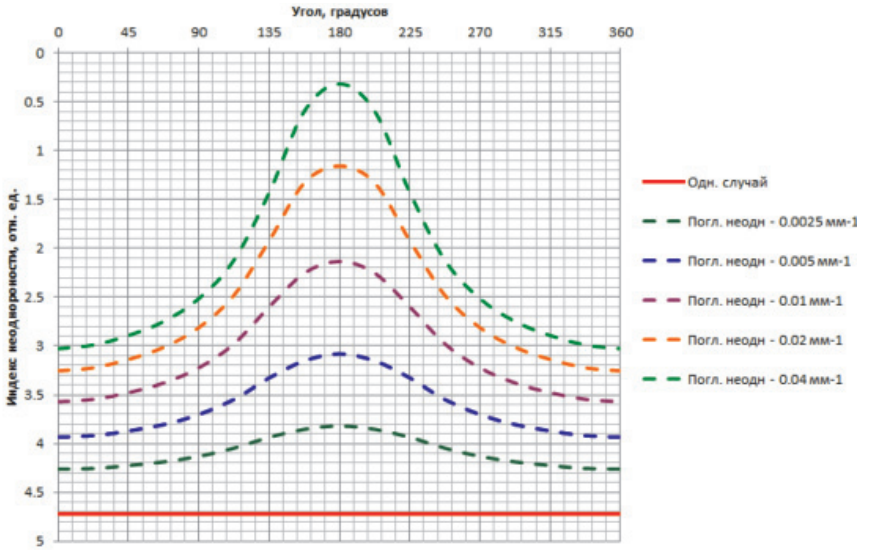


Рис. 2. Индекс неоднородности для однородного и пяти неоднородных цилиндрических объектов

Заключение и выводы

В данной работе описаны модель распространения фотонов в сильно рассеивающей среде, основанная на численном решении УПИ в диффузионном приближении с граничным условием Робина, и новый подход к прямой регистрации неоднородности в моделируемом объекте на основе вычисления, визуализации и анализа индекса неоднородности [3, 7, 9]. Предложенный подход отличается меньшим объемом вычислений, т.к. анализируются данные только о ППФ, и большей информативностью, т.к. он позволяет для всех несимметричных случаев непосредственно, без решения обратной задачи определить не только наличие или отсутствие, но и местоположение и примерные оптические свойства поглощающей или рассеивающей неоднородности в цилиндрических и сферических объектах в режиме реального времени.

Список литературы

1. Зимняков Д.А., Тучин В.В. Оптическая томография тканей // Квантовая электроника. – 2002. – Т. 32. – С. 849–867.

2. Неинвазивная оптическая и лазерная медицинская диагностика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://page-nii-r2.narod.ru/ Cr_r_ond_2.htm. (дата обращения: 01.09.13).

3. Проскурин С.Г., Фролов С.В., Потлов А.Ю. Детектирование поглощающей неоднородности биологических тканей в диффузионной оптической томографии на основе поздно пришедших фотонов // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2012. – № 9. – URL: http://jre.cplire.ru/jre/sep12/2/text.pdf.

4. Детектирование поглощающей неоднородности в диффузионной оптической томографии / С.Г. Проскурин, С.В. Фролов, А.Ю. Потлов, В.Ю. Ошурков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 1. –С. 212➢ 215.

5. Dehghani H., Srinivasan S., Pogue B., Gibson A. Numerical modelling and image reconstruction in diffuse optical tomography // *Phil. Trans. R. Soc. A*. – 2009. – 367. – doi: 10.1098/rsta.2009.0090.

6. Patterson M., Chance B., Wilson B., Time resolved reflectance and transmittance for the noninvasive measurement of tissue optical properties // Appl. Opt. – 1989. – Vol. 28. – p. 2331-2336

7. Proskurin S.G., Potlov A.Y. Early- and late-arriving photons in diffuse optical tomography // *Photonics & Lasers in Medicine*. – 2013. – № 2 (2). – doi:10.1515 /plm-2013-0003.

8. Proskurin S.G., Potlov A.Y., Frolov S.V. Detection of an absorbing heterogeneity in a biological object during recording of scattered photons // *Biomedical Engineering*. – 2013. – Vol. 46. – № 6. – P. 219–223.

9. Proskurin S.G. Using late arriving photons for diffuse optical tomography of biological objects // *Quantum Electron*. – 2011. – Vol. 41 (5). – P. 402–406.

References

1. Zimnyakov D.A., Tuchin V.V. Optical tomography of tissues, *Quantum Electron*, 2002, Vol. 32 (10), pp. 849–867.

2. *Non-invasive optical and laser medical diagnostics* (2013), Available at: http://page-nii-r2.narod.ru/ Cr_r_ond_2.htm. (accessed 1 September 2013).

3. Proskurin S.G., Frolov S.V., Potlov A.Yu. *Detektirovanie pogloschayuschej neodnorodnosti biologicheskikh tkanej v diffuzionnoj opticheskoj tomografii na osnove pozdno prishedshikh fotonov* (Detection of absorbent inhomogeneity in biological tissues in diffuse optical tomography using late arriving photons), *Journal of Radio Electronics*, 2012, no. 9, pp. 1–13, URL: http://jre.cplire.ru/jre/sep12/2/text.pdf/

4. Proskurin S.G., Frolov S.V., Potlov A.Yu. *Detektirovanie pogloschayuschej neodnorodnosti v diffuzionnoj opticheskoj tomografii* (Detection of absorbing heterogeneity in diffuse optical tomography), *Transactions TSTU*, 2012, Vol.18, no. 1, pp. 212–215.

5. Dehghani H., Srinivasan S., Pogue B., Gibson A. Numerical modelling and image reconstruction in diffuse optical tomography, *Phil. Trans. R. Soc. A.*, 2009, Vol. 367. doi: 10.1098/rsta.2009.0090.

6. Patterson M., Chance B., Wilson B., Time resolved reflectance and transmittance for the noninvasive measurement of tissue optical properties, *Appl. Opt*., 1989, Vol. 28, pp. 2331–2336.

7. Proskurin S.G., Potlov A.Y. Early- and late-arriving photons in diffuse optical tomography, *Photonics & Lasers in Medicine*, 2013, no. 2 (2), doi:10.1515 /plm-2013-0003.

8. Proskurin S.G., Potlov A.Yu., Frolov S.V. Detection of an absorbing heterogeneity in a biological object during recording of scattered photons, *Biomedical Engineering*, 2013, Vol. 46, no. 6, pp. 219–223

9. Proskurin S.G. Using late arriving photons for diffuse optical tomography of biological objects, *Quantum Electron*., 2011, Vol. 41 (5), pp. 402–406.

Рецензенты:

Литовка Ю.В., д.т.н., профессор кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», ФГБОУ ВПО ТГТУ, г. Тамбов;

Туголуков Е.Н., д.т.н., профессор кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов», ФГБОУ ВПО ТГТУ, г. Тамбов.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 502.3:621.311.23

К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Бедретдинов Р.Ш.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: PachurinGV@mail.ru, http://www.famous-scientists.ru/1238

Целью управления безопасностью труда является организация работы по обеспечению безопасности, снижению травматизма и аварийности, профессиональных заболеваний, улучшению условий труда на основе комплекса задач по созданию безопасных и безвредных условий труда. В работе дана оценка воздействия процесса эксплуатации сухих трансформаторов с расщепленной первичной обмоткой и ключами однонаправленного тока мощностью 400 кВА на здоровье обслуживающего персонала и окружающую среду. Данные трансформаторы отличаются от обычных трансформаторов наличием тиристорных регуляторов напряжения и системы управления. При их эксплуатации возможно воздействие на обслуживающий персонал повышенного уровня шума, электромагнитного излучения промышленной частоты; опасность поражения электрическим током и загрязнение окружающей среды. Дано описание источников шума трансформаторов, выполнен расчет шума на рабочем месте. Определена напряженность электрического поля, создаваемого электрооборудованием. Обоснована необходимость утилизировать трансформаторов после их вывода из эксплуатации. Проведенные исследования показали, что процесс эксплуатации трансформаторы не оказывает вредного воздействия на здоровье обслуживающего персонала и окружающую среду.

Ключевые слова: сухой трансформатор, источники шума, расчет шума, электромагнитное излучение, загрязнение окружающей среды, поражение электрическим током, утилизация трансформаторов

GO TO SAFETY OF POWER TRANSFORMERS

Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Bedretdinov R.S.

FGBOU VPO «Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: PachurinGV@mail.ru, http://www.famous-scientists.ru/1238

The purpose of the safety management is the organization of work on safety, reduce injuries and accidents, occupational diseases, improvement of working conditions on the basis of the complex task of building a safe and friendly working environment. This paper assesses the impact of process operation of dry type transformers with a split primary winding and the key DC current capacity of 400 kVA on the health of personnel and the environment. These transformers are different from conventional transformers having thyristor voltage regulators and control systems. In their operation may impact on service personnel increased noise levels , power-frequency electromagnetic radiation , the danger of electric shock and pollution. The description of the sources of noise transformers , a calculation of noise in the workplace. Determined by the electric field generated by electrical equipment. The necessity dispose of transformers after their retirement. Studies have shown that the process of operation of transformers has no harmful effects on the health of personnel and the environment.

Keywords: dry-type transformer , noise sources , the calculation of noise , electromagnetic radiation , environmental pollution, electric shock , recycling transformers

Основной целью управления безопасностью труда является организация работы по обеспечению безопасности, снижению травматизма и аварийности, профессиональных заболеваний, улучшению условий труда на основе комплекса задач по созданию безопасных и безвредных условий труда.

При эксплуатации трансформаторов возможно воздействие на обслуживающий персонал опасных и вредных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74* «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»: повышенный уровень шума, повышенный уровень электромагнитного излучения промышленной частоты на рабочем месте, опасность поражения электрическим током, а также есть вероятность загрязнения окружающей среды.

В данной работе были рассмотрены сухие трансформаторы с расщепленной первичной обмоткой и ключами однонаправленного тока мощностью 400 кВА, которые отличаются от обычных трансформаторов наличием тиристорных регуляторов напряжения и системы управления.

Шум трансформаторов

Находящееся в эксплуатации на промышленных предприятиях и в жилых районах трансформаторное оборудование производит шум, неблагоприятно воздействующий на здоровье обслуживающего персонала. Одновременно вибрация оборудования, являющаяся причиной его шума, влияет на его собственную механическую прочность, снижая срок службы и повышая возможность возникновения внутренних повреждений.

Источники шума в трансформаторах

Шум трансформаторов вызывается вибрацией активной части, а также вентиляторами системы охлаждения. Существенное влияние на шум трансформатора оказывают резонансные явления, возникающие в его отдельных элементах – охладителях, стенках

бака, расширителе, трубопроводах и т.д. Вибрация активной части трансформатора обусловлена магнитострикционными и электромагнитными силами в магнитной системе и динамическими силами в обмотках. В трансформаторах преобладает магнитострикционная составляющая вибрации [1, 2].

Спектральное содержание характеристик шума трансформаторов связано с частотой питающего напряжения. У трехфазных трансформаторов (частота сети – 50 Гц) наиболее ярко выражены первые три гармоники – 100, 200, 300 Гц.

Определенное влияние на уровень звука трансформаторов оказывают высокочастотные помехи в питающем напряжении сети, в которых работают различные тиристорные устройства. Электрические помехи в таких сетях обычно невелики и составляют доли процента от номинального напряжения. Однако эти составляющие могут повысить уровень звука сухих трансформаторов малой и средней мощности на 20–30 дБ. Это повышение связано с резонансами отдельных пластин магнитной системы, их вибрации и взаимного соударения.

Снижение шума сухих трансформаторов

Существенное снижение уровня звука трансформаторов достигается при помощи пропитки и склейки магнитной системы материалами на основе эпоксидных смол.

Более всего распространены сухие трансформаторы 3-фазные с шихтованной магнитной системой. Шум активной части таких трансформаторов без кожуха невысок. Однако он резко возрастает у полностью собранного трансформатора с кожухом, который увеличивает поверхность звукоизлучения трансформатора и к тому же не обладает достаточной жесткостью, будучи изготовлен из тонколистовой стали.

Наибольший шум (иногда в области частот 1000 Гц) имеет место во внутренних углах окон магнитопровода. На этих участках имеет место повышенная индукция (до 2 Вн), вызывающая возрастание вибрации и, соответственно, шума. Поскольку такие участки сухих трансформаторов доступны, снижение шума осуществляется путем заливки внутренних углов окон магнитопровода эпоксидным компаундом.

Расчет шума трансформаторов

На трансформаторной ПС стоят 2 сухих трансформатора мощностью 400 кВА.

Сухие трансформаторы с литой изоляцией разработаны специально для установки во встроенных подстанциях. Данный тип трансформаторов характеризуется уменьшенными габаритами, пониженным уровнем шума. Для таких трансформаторов уровень звука составляет 68 дБА.

Поскольку обычно в ТП ставят 2 трансформатора, то суммарный уровень составит

$$L_{\text{сум}} = L_w + 10 \cdot \lg n, \qquad (1)$$

где L_w – шум трасформатора, дБА; n – количество трасформаторов.

$$L_{\text{сум}} = 68 + 10 \cdot \lg 2 = 71 \text{ дБА}.$$

Допустимые уровни шума на рабочем месте, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», составляют 80 дБА. Таким образом, шум, создаваемый трансформаторами на рабочем месте, будет ниже допустимого. Поэтому специальных мероприятий по снижению шума не требуется.

Электромагнтное поле

Распределительные устройства сетей энергоснабжения, такие как силовые трансформаторы, кабели являются источниками электромагнитного поля промышленной частоты [3, 4]. Исследования биологического воздействия электрического поля обнаружили неблагоприятное влияние на нервную систему человека, что ведет к нарушениям эндокринного аппарата и обмена веществ в организме, нарушает физиологические функции: ритм сердечных сокращений, уровень кровяного давления.

Допустимые значения напряженности электрического поля для рабочих мест указаны в СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». Предельно допустимый уровень напряженности электрического поля 50 Гц на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

Допустимые значения напряженности электрического поля для жилых домов и территории жилой застройки приведены в СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».

Напряженность электрического поля промышленной частоты 50 Гц в жилых помещениях (на расстоянии от 0,2 м от стен и окон и на высоте 0,5–1,8 м от пола) не должна превышать 0,5 кВ/м. Напряженность электрического поля промышленной частоты 50 Гц на территории жилой застройки не должна превышать 1 кВ/м на высоте 1,8 м от поверхности земли.

Расчет электрического поля выполняем для сухого трансформатора напряжением 10/0,4 кВ и мощностью 400 кВА, кабеля ААШв 3×95·10 кВ.

Характеристика кабеля: жила – мягкая алюминиевая секторная проволока, изоляция – бумага, пропитанная вязким составом, для кабелей с индексом «Ц», пропитанная нестекающим составом, поясная изоляция – бумага, пропитанная вязким составом, для кабелей с индексом «Ц», пропитанная нестекающим составом, экран – лента электропроводящей бумаги, оболочка – выпрессованная алюминиевая оболочка, защитный покров – битумный слой, лента ПЭТ-Э пленки и выпрессованная ПВХ оболочка, номинальная толщина изоляции жил, 2,75 мм, номинальная толщина изолляция жилы: 2,75 мм; поясной изоляции: 1,25 мм; номинальный наружный диаметр, 41,8 мм, диаметр жилы – 16 мм.

Поскольку кабель имеет алюминиевую оболочку, а силовой трансформатор – стальной кожух, то они будут выполнять роль экрана для электрического поля. Но в местах присоединения кабеля к трансформатору экран отсутствует.

Максимальное значение напряженности электрического поля в местах стыка, согласно [5], рассчитывается по формуле (2)

$$E = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon_o \cdot H} \cdot \left[1 - \frac{0,5}{1 + (D_o / H)^2} - \frac{0,5}{1 + (2D_o / H)^2} \right], \quad (2)$$

где C – ёмкость единицы длины кабеля, ф/м; U – номинальное напряжение, кВ; $\varepsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-12}$ кл·н/м; H – высота, м; D_o – расстояние между проводами, м.

При $C = 11,7 \cdot 10^{-12}$ ф/м, $D_o = 0,5$ м, $H = 1,7$ м, $E_{max} = 0,47$ кВ/м, что является ниже допустимой величины согласно санитарным нормам.

Мероприятия по защите окружающей среды

Процесс эксплуатации трансформаторной ПС с сухими трансформаторами не оказывает существенного влияния на окружающую среду. В процессе эксплуатации не происходит выделения вредных веществ в атмосферный воздух, таких как элегаз, отсутствует возможность разлива трансформаторного масла.

К возможным отрицательным факторам можно отнести отчуждение земель, необходимых для строительства ПС, и образующиеся отходы.

После вывода трансформатора из эксплуатации его необходимо утилизировать для переработки и вторичного использования, поскольку действующим законодательством запрещается выкидывать трансформаторы на свалку.

Процессу утилизации подлежат составляющие части сухого трансформатора, которые не относятся к токсичным отходам.

Сердечник состоит из металла с химическим составом: Fe – 36 %, Si – 4 %. Агрегатное состояние – твердый. Продукты распада – отсутствуют. Опасные реакции – отсутствуют. Классификация – металлический лом.

Обмотки изготовлены из металла с химическим составом: Al – 99,5 %, Fe – 0,4 %, Si – 0,1 % или Cu – 99,9 %, Fe – 0,05 %, Si – 0,05 %. Продукты распада – отсутствуют. Опасные реакции – отсутствуют. Классификация – металлический лом.

Изоляция – изоляционный материал, состоящий из полимера. Продукты распада – отсутствуют. Опасные реакции – отсутствуют. Классификация – промышленные отходы.

Если эти вещества попадут в почву, то возможно отрицательно влияние на окружающую среду.

Медь угнетающе действует на рост микроорганизмов, понижает ферментативную активность почв, снижает урожай растений.

Железо образует комплексы с обычными метаболитами, нарушая нормальный обмен веществ.

Медь, железо (II) взаимодействуют с клеточными мембранами, изменяя их проницаемость. Наличие ионов алюминия вызывает ограничение роста и урожайности сельскохозяйственных культур.

Выводы

Проведенные исследования показали, что процесс эксплуатации сухих трансформаторов с расщепленной первичной обмоткой и ключами однонаправленного тока мощностью 400 кВА не оказывает вредного воздействия на здоровье обслуживающего персонала и окружающую среду.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (госконтракт № 16.526.12.6016 от 11.10.2011 г.).

Список литературы

1. Александров Г.Н. Сверхвысокие напряжения. – Л.: Энергия, Ленинградское отделение, 1973. – 180 с.

2. Довбыш В.Н., Маслов М.Ю., Сподобаев Ю.М. Электромагнитная безопасность элементов энергетических систем: Монография / В.Н. Довбыш, М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев. – Самара: ООО «ИПК «Содружество», 2009. – 198 с.

3. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В. Оценка шумового воздействия силовых трансформаторов на окружающую среду // Современные проблемы науки и образования. 2012. – № 6. – // www.science-education.ru/106-7585 (дата обращения: 17.09.2013).

4. Строганов Ю. Снижение шума и вибрации трансформаторов и реакторов в эксплуатации // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2008. – № 10. – С. 9–20.

5. Электрические поля воздушных линий электропередачлиний электропередач http://ecology-portal.ru/publ/ekologicheskaya-zaschita-i-ohrana-okruzhayuschey-s/500100-yelektricheskie-polya-vozdushnyx-linij-yelektroperedach.html (дата обращения: 17.09.2013).

References

1. Aleksandrov G.N. Ultra-high voltage. L.: Energy, Leningrad Branch, 1973. 180 p.

2. Dovbish V.N., Maslov M.J., Spodobaev J.M. Electromagnetic safety elements of energy systems: Monograph / V.N. Dovbish, M.J. Maslov, J.M. Spodobaev. Samara L.L.C. «IPK» Commonwealth», 2009. 198 p.

3. Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V. Noise impact assessment of power transformers on the environment // Modern problems of science and education. 2012. no. 6. // www.science-education.ru/106-7585 (date accessed: 17.09.2013).

4. Stroganov Yuri. Noise and vibration transformers and reactors in operation // Electrical equipment: maintenance and repair. 2008. no. 10. pp. 9–20.

5. Jelektricheskie polja vozdushnyh linij jelektroperedachlinij

http://ecology-portal.ru/publ/ekologicheskaya-zaschita-i-ohrana-okruzhayuschey-s/500100-yelektricheskie-polya-vozdushnyx-linij-yelektroperedach.html (date accessed: 17.09.2013).

Рецензенты:

Михаленко М.Г., д.т.н., профессор, декан ИФХФ, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), г. Нижний Новгород;

Лоскутов А.Б., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электроэнергетика и электроснабжение» (ЭЭиЭС), Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 20.09.2013.

УДК 621.396.6

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВАХ

Шалумов М.А., Шалумов А.С.

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Владимирский филиал), Владимир;
ООО «Научно-исследовательский институт «АСОНИКА», Ковров, e-mail: ALS140965@mail.ru

Создание радиоэлектронных средств (РЭС) с учетом влияния температур усложняется на текущий момент следующими факторами: 1) непрерывным увеличением и усилением температурных режимов при использовании РЭС; 2) случайностью разброса теплофизических свойств; 3) трудностями конструируемых изделий, состоящих из большого числа разных элементов; 4) большим количеством эксплуатационных режимов приборов. Различные условия эксплуатации РЭС усложняют диапазон воздействий. Чаще всего эти воздействия крайне жесткие, что крайне негативно влияет на эксплуатацию проектируемых устройств. Учитывая вышесказанное, необходимо точно оценить температурные условия, в которых будет эксплуатироваться изделие, и, только исходя из полученных данных, проводить процесс проектирования. Рассмотрены математические модели для анализа тепловых стационарных и нестационарных процессов в радиоэлектронных средствах. Приведен разработанный алгоритм ввода конструкции для моделирования тепловых процессов, а также алгоритм разбиения конструкции на элементарные объемы для автоматизированного синтеза моделей тепловых процессов произвольных конструкций. Рассмотрен также алгоритм прорисовки конструкции. Разработанные модели и алгоритмы используются в автоматизированной системе обеспечения надежности и качества аппаратуры.

Ключевые слова: моделирование, тепловые процессы, радиоэлектронные средства (РЭС)

FUNDAMENTAL BASES OF MODELLING OF THERMAL PROCESSES IN RADIO-ELECTRONIC MEANS

Shalumov M.A., Shalumov A.S.

The Russian academy of national economy and public service under the President of the Russian Federation (Vladimir Chapter), Vladimir;
Scientific research institute «ASONIKA» LTD, Kovrov, e-mail: ALS140965@mail.ru

Creation of radio-electronic means (REM) taking into account influence of temperatures becomes complicated by the current moment following factors: 1) continuous increase and strengthening of temperature modes at use REM; 2) accident of disorder thermal properties; 3) difficulties of the designed products consisting of a great number of different elements; 4) a considerable quantity of operational modes of devices. Various service conditions REM complicate a range of influences. More often these influences the extremely rigid that extremely negatively influences operation of projected devices. Considering the aforesaid, it is necessary to estimate precisely temperature conditions in which the product will be maintained, and, only proceeding from the received data, to spend designing process. Are considered mathematical models for the analysis of thermal stationary and non-stationary processes in radio-electronic means. The developed algorithm of input of a design for modelling of thermal processes, and also algorithm of splitting of a design on elementary volumes for the automated synthesis of models of thermal processes of any designs is resulted. The algorithm of a portrayal of a design is considered also. The developed models and algorithms are used in the automated system of maintenance of reliability and quality of equipment.

Keywords: modelling, thermal processes, radio-electronic means (REM)

Создание радиоэлектронных средств (РЭС) с учетом влияния температур усложняется на текущий момент следующими факторами [1–5]:

1) непрерывным увеличением и усилением температурных режимов при использовании РЭС;

2) случайностью разброса теплофизических свойств;

3) трудностями конструируемых изделий, состоящих из большого числа разных элементов;

4) большим количеством эксплуатационных режимов приборов.

Источниками теплоты в РЭС могут быть как отдельные радиоэлементы, так и электрические устройства. Они потребляют электроэнергию, которая превращается в другие виды энергии – механическую, электромагнитную, тепловую и т.д. Иначе говоря, определенный процент энергии, используемой конструктивными элементами РЭС и радиоэлементами, превращается в полезные сигналы, все же остальное переходит в тепло.

Различные условия эксплуатации РЭС усложняют диапазон воздействий. Чаще всего эти воздействия крайне жесткие, что крайне негативно влияет на эксплуатацию проектируемых устройств. Учитывая вышесказанное, необходимо точно оценить температурные условия, в которых будет эксплуатироваться изделие, и, только исходя из полученных данных, проводить процесс проектирования.

Математические модели тепловых процессов при стационаре и нестационаре

Метод электротепловой аналогии (ЭТА) позволяет проводить высокоточные исследования тепловых полей в конструкциях РЭС, учитывая при этом условия охлаждения и особенности конструктивного построения. Данный метод дает возможность представить проходящие в конструкциях РЭС тепловые процессы в виде электрической схемы, которая затем анализируется с помощью отработанного на сегодняшний день математического аппарата по численному анализу электрических цепей. Такой алгоритм работы математически выглядит как замена в частных производных дифференциальных уравнений, изображающих температурные процессы в аппаратуре, уравнениями в конечных разностях. Рассмотрим данный подход на примере дифференциального уравнения Фурье–Кирхгофа в аспекте решения стационарной задачи в применении к твердым изотропным телам. В декартовой системе координат данное уравнение выглядит следующим образом:

$$\lambda \nabla^2 T + q_V = 0, \qquad (1)$$

где T – температура; λ – коэффициент теплопроводности материала изотропного твердого тела; $\nabla = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа; q_V – удельная мощность внутренних источников энергии.

Запись в конечных разностях уравнения (1) основана на допустимости изменения процесса с непрерывного на дискретный, т.е.

$$\lambda \cdot \left[\frac{\Delta^2 T}{\Delta x^2} + \frac{\Delta^2 T}{\Delta y^2} + \frac{\Delta^2 T}{\Delta z^2} \right] + q_V = 0. \qquad (2)$$

С целью наглядности последующих рассуждений произведем разбиение условно твердого тела на ряд объемов (параллелепипедов), имеющих, как показано на рис. 1, а, размеры Δx, Δy, Δz. Рассмотрим совокупность элементарных объемов в направлении оси OX. С этой целью произведем выделение объема V_0 и соседствующих с ним объемов V_1, V_2 (рис. 1, б) в твердом теле (рис. 1, а). Температурам в серединах соответствующих условно изотермических объемов дадим условное обозначение T_0, T_1, T_2.

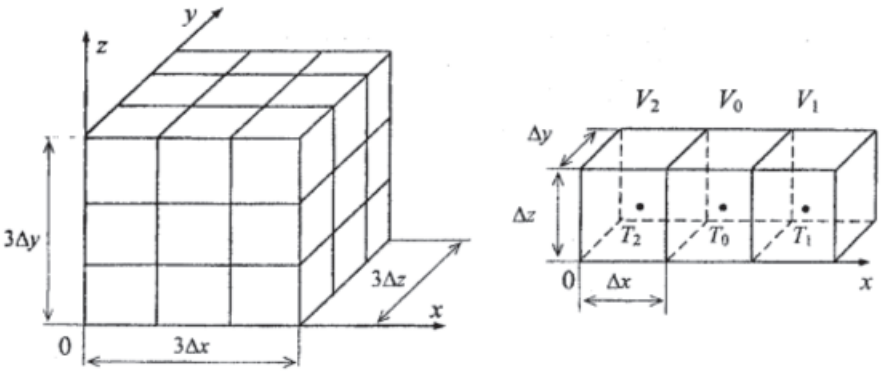


Рис. 1. Условно разбитое ортогональными плоскостями (а) твердое тело на элементарные объемы, а также выделенная совокупность элементарных объемов вдоль оси OX (б)

В объеме V_0 содержатся внутренние источники энергии, имеющие удельную мощность q_0. В таком случае составляющая по оси OX (с использованием разности вперед) для объема V_0 уравнения (2.2) примет следующий вид:

$$\frac{\Delta^2 T}{\Delta x^2} = \frac{\frac{T_1 - T_0}{\Delta x} - \frac{T_0 - T_2}{\Delta x}}{\Delta x} = \frac{T_1 - T_0}{\Delta x^2} - \frac{T_0 - T_2}{\Delta x^2}. \qquad (3)$$

По аналогии рассмотрим совокупность объемом по осям OY и OZ (рис. 2). Для составляющий уравнения (2) запишем разностные аналоги вдоль осей OY и OZ соответственно:

$$\frac{\Delta^2 T}{\Delta y^2} = \frac{T_3 - T_0}{\Delta y^2} - \frac{T_0 - T4}{\Delta y^2}; \qquad (4)$$

$$\frac{\Delta^2 T}{\Delta z^2} = \frac{T_5 - T_0}{\Delta z^2} - \frac{T_0 - T_6}{\Delta z^2}. \qquad (5)$$

Уравнение (2), учитывая выражения (3), (4) и (5), можно представить в следующем виде:

$$\lambda\cdot\left[\left(\frac{T_1-T_0}{\Delta x^2}-\frac{T_0-T_2}{\Delta x^2}\right)+\left(\frac{T_3-T_0}{\Delta y^2}-\frac{T_0-T_4}{\Delta y^2}\right)+\left(\frac{T_5-T_0}{\Delta z^2}-\frac{T_0-T_6}{\Delta z^2}\right)\right]+q_0=0. \quad (6)$$

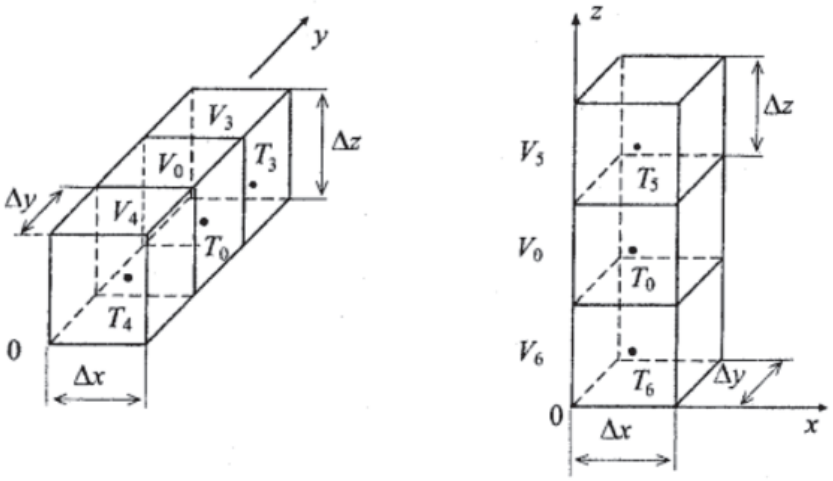


Рис. 2. Совокупности элементарных объемов вдоль осей OY и OZ

Произведем умножение обеих частей уравнения (6) на объем параллелепипеда $V_0=\Delta x\cdot\Delta y\cdot\Delta z$, получим:

$$\left[\frac{\lambda\cdot\Delta y\cdot\Delta z}{\Delta x}\cdot(T_1-T_0)-\frac{\lambda\cdot\Delta y\cdot\Delta z}{\Delta x}\cdot(T_0-T_2)\right]+$$
$$+\left[\frac{\lambda\cdot\Delta x\cdot\Delta z}{\Delta y}\cdot(T_3-T_0)-\frac{\lambda\cdot\Delta x\cdot\Delta z}{\Delta y}\cdot(T_0-T_4)\right]+ \quad (7)$$
$$+\left[\frac{\lambda\cdot\Delta x\cdot\Delta y}{\Delta z}\cdot(T_5-T_0)-\frac{\lambda\cdot\Delta x\cdot\Delta y}{\Delta z}\cdot(T_0-T_6)\right]+Q_0=0,$$

где $Q_0=q_0\cdot\Delta x\cdot\Delta y\cdot\Delta z$ – рассеиваемая в элементарном объеме V_0 тепловая мощность.

Введем следующие обозначения:

$$G_x=\frac{\lambda\cdot\Delta y\cdot\Delta z}{\Delta x};\quad G_y=\frac{\lambda\cdot\Delta x\cdot\Delta z}{\Delta y};$$
$$G_z=\frac{\lambda\cdot\Delta x\cdot\Delta y}{\Delta z}.$$

Указанные параметры G_x, G_y, G_z имеют физический смысл, а также размерность (Вт/К) тепловых проводимостей между соседними элементарными объемами твердого тела по осям OX, OY и OZ соответственно. С учетом введенных параметров, уравнение (7) будет выглядеть следующим образом:

$$\left[G_x\cdot(T_1-T_0)-G_x\cdot(T_0-T_2)\right]+\left[G_y\cdot(T_3-T_0)-G_y\cdot(T_0-T_4)\right]+$$
$$+\left[G_z\cdot(T_5-T_0)-G_z\cdot(T_0-T_6)\right]+Q_0=0. \quad (8)$$

Уравнение (8) является конечно-разностным. Оно описывает теплообмен в элементарном объеме твердого тела, имеет аналогом записанное на основе 1-го закона Кирхгофа уравнение для суммы токов нулевого узла электрической цепи (рис. 3).

Алгоритм ввода конструкции

Для проведения расчета конструкции необходимо предварительно ввести ее параметры в запоминающее устройство ЭВМ. С этой целью были разработаны соответствующие алгоритмы, поддерживающие 3 варианта ввода конструкции:

1) ручной ввод конструкции;

2) импорт конструкции из компьютерной программы АСОНИКА-В;

3) импорт конструкции из промежуточного формата IGES программ 3D-моделирования.

При ручном вводе конструкции пользователю необходимо самостоятельно вводить название элементов конструкции и его координаты: *X*, *Y*, *Z* (левый ближний нижний угол) и *X*, *Y*, *Z* (правый дальний верхний угол).

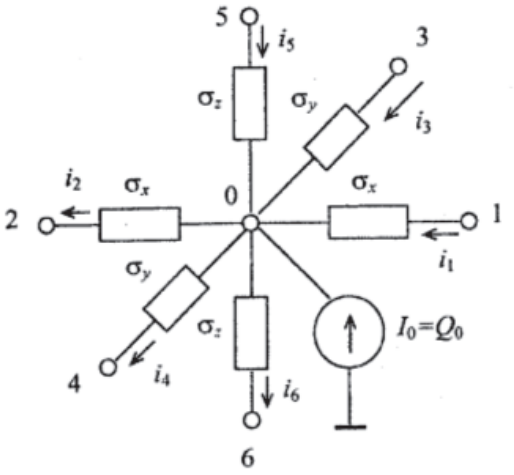


Рис. 3. Фрагмент электрической схемы, который моделирует процессы теплопередачи в элементарном объеме V_0

Для импорта конструкции из компьютерной программы АСОНИКА-В пользователь ЭВМ, открыв конструкцию, выбирает в меню «Сервис» пункт «Export geometry…», после чего данные записываются в текстовый файл.

Импорт данных из компьютерной программы IGES аналогичен импорту из подсистемы АСОНИКА-В.

В ходе исследований был проведен эксперимент, целью которого было выяснение времени, затраченного на ввод конструкции с различным количеством элементов при помощи трех вышеприведенных способов, а также выяснение наиболее эффективного способа ввода конструкции. Результаты эксперимента представлены на рис.4.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее эффективным способом ввода является ввод из формата IGES. Если такой возможности нет, то придется выбирать между ручным вводом и вводом в программе АСОНИКА-В. Несмотря на то, что ручной ввод оказывается более быстрым, в пользу ввода через программу АСОНИКА-В говорит тот факт, что она является более наглядной и сразу же представляет пользователю 3D-модель конструкции, тогда как ручной ввод предполагает простое введение координат.

Алгоритм разбиения конструкции на элементарные объемы для автоматизированного синтеза моделей тепловых процессов произвольных конструкций

Для автоматизированного синтеза моделей тепловых процессов произвольных конструкций РЭС по результатам проведенных исследований предложено разбивать конструкцию на элементарные объемы – кубики, также на кубики разбивается воздушное пространство внутри конструкции. А далее учитываются все возможные виды тепловых взаимодействий между этими элементарными объемами. При этом учитывается, какому элементу конструкции принадлежит кубик.

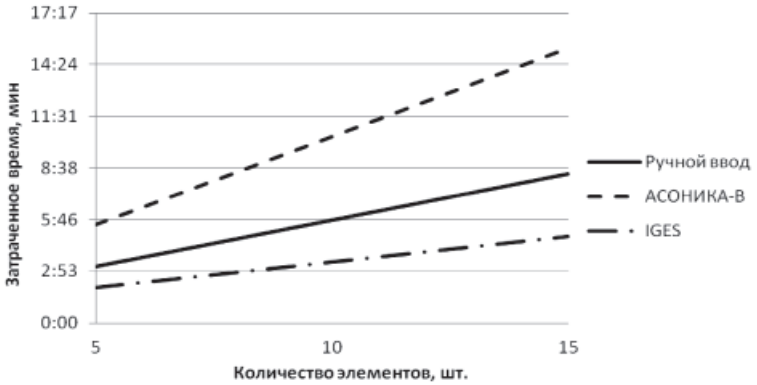


Рис. 4. Зависимость затраченного на ввод конструкции времени от способа ввода и количества элементов

Схема разработанного алгоритма разбиения конструкции произвольного типа на кубики представлена на рис. 5. Рассмотрим алгоритм более подробно.

Блок 1. Задается цикл по оси *X*, в котором конструкция просматривается по длине с шагом, равным стороне кубика.

Блок 2. Задается цикл по оси *Y*, в котором конструкция просматривается по глубине с шагом, равным стороне кубика.

Блок 3. Задается цикл по оси *Z*, в котором конструкция просматривается по высоте с шагом, равным стороне кубика.

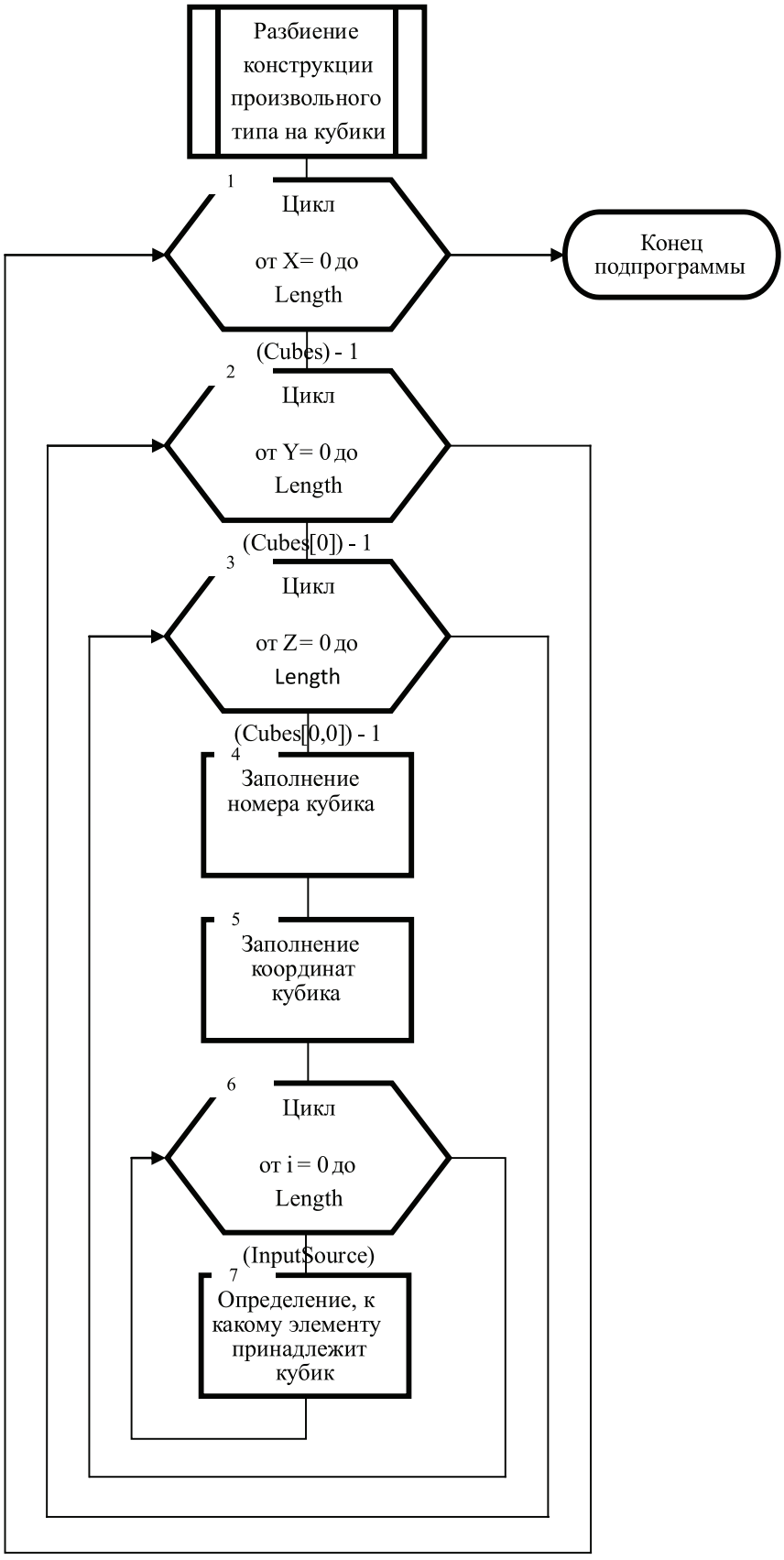


Рис. 5. Схема алгоритма разбиения конструкции на элементарные объемы

Блок 4. Присвоение кубикам порядкового номера в массиве кубиков. Нумерация начинается с левого ближнего нижнего угла конструкции и заканчивается в правом дальнем верхнем угле конструкции.

Блок 5. Заполнение координат кубика. В трехмерный массив заносятся координаты левого ближнего нижнего и правого дальнего верхнего углов каждого кубика.

Блок 6. Задается цикл, в ходе которого производится перебор всех элементов конструкции.

Блок 7. Определяется, к какому элементу конструкции принадлежит кубик. Кубик может также принадлежать воздуху внутри конструкции. Производится анализ координат кубика на предмет их вхождения в координаты элемента конструкции.

Алгоритм прорисовки конструкции

В ходе проведенных исследований по построению тепловой модели произвольной конструкции возникла необходимость в предварительном просмотре результатов разбиения конструкции на кубики. Необходимо определить, насколько корректно конструкция разбилась на элементарные объемы, например, не пропали ли детали слишком маленького размера, не слились ли две детали в одну и т.д.

С этой целью был разработан алгоритм двухмерной визуализации трехмерного объекта путем его разделения на слои. Данный алгоритм поддерживает возможность выбора слоя конструкции (координаты по оси *Z*). Также имеется возможность определения и вывода на дисплей ЭВМ названия элемента, содержащегося в данном квадратике, а также внутренний уникальный номер кубика.

Выводы

В ходе выполнения данной работы разработаны: алгоритм ввода конструкции, алгоритм разбиения конструкции на элементарные объемы для автоматизированного синтеза моделей тепловых процессов произвольных конструкций, алгоритм прорисовки конструкции, алгоритмы автоматизированного синтеза моделей тепловых процессов произвольных конструкций РЭС для стационарного и нестационарного режимов, структура промежуточного файла между препроцессором и расчетным ядром, алгоритм вывода результатов расчета при стационарном и нестационарном режиме.

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2013 году, при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-7052.2012.8.

Список литературы

1. Разработка методики идентификации тепловых параметров, методов охлаждения и моделирования тепловых процессов в радиоэлектронных средствах произвольной конструкции / А.Н. Семененко, М.А. Шалумов, А.В. Малов, О.Е. Куликов // Динамика сложных систем. – 2012. – № 3. – С. 106–110.

2. Урюпин И.С. Шалумов А.С. Разработка методики повышения надежности несущих конструкций радиоэлектронной аппаратуры на этапе проектирования // Динамика сложных систем. – 2012. – № 2. – С.92-100.

3. Урюпин И.С., Шалумов А.С. Разработка методики подготовки данных к расчетам в программном комплексе АСОНИКА // Динамика сложных систем. – 2012. – № 4. – С.65-70.

4. Динамическое моделирование сложных радиоэлектронных систем / А.С. Шалумов, Ю.Н. Кофанов, О.Е. Куликов, Д.Н. Травкин, Д.Б. Соловьев, О.Е. Першин // Динамика сложных систем. – 2011. – № 3. – С. 51–59.

5. Шалумов М.А. Моделирование тепловых процессов в блоках произвольной конструкции // Динамика сложных систем. – 2012. – № 4. – С. 62–64.

References

1. Semenenko A.N., Shalumov M.A., Malov A.V., Kulikov O.E. Working out of a technique of identification of thermal parametres, methods of cooling and modelling of thermal processes in radio-electronic means of any design // Dynamics of difficult systems. 2012. no. 3. pp. 106–110.

2. Urjupin I.S., Shalumov A.S. Working of a technique of increase of reliability of bearing designs of radio-electronic equipment at a design stage // Dynamics of difficult systems. 2012. no. 2. pp. 92–100.

3. Urjupin I.S., Shalumov A.S. Working of a technique of preparation of the data to calculations in program complex ASONIKA // Dynamics of difficult systems. 2012. no. 4. pp. 65–70.

4. Shalumov A.S., Kofanov J.N., Kulikov O. E, Travkin D.N., Solovev D.B., Pershin O. E. Dynamic modelling of difficult radio-electronic systems // Dynamics of difficult systems. 2011. no. 3. pp. 51–59.

5. Shalumov M.A. Modelling of thermal processes in blocks of any design//Dynamics of difficult systems. 2012. no. 4. pp. 62–64.

Рецензенты:

Малютин Н.В., д.т.н., профессор, заместитель Генерального директора по инновациям, ОАО «НПЦ «САПСАН», г. Москва;

Кофанов Ю.Н., д.т.н., профессор, заместитель генерального директора ООО «Научно-технический центр «Наномодель», г. Ковров.

Работа поступила в редакцию 20.09.2013.

УДК 62-503.5

СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ АППАРАТА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ТРАВМ

Яцун С.Ф., Локтионова О.Г., Понедельченко М.С.

ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», Курск, e-mail: makss-88@mail.ru

Работа посвящена изучению закономерностей управляемого движения аппарата для реабилитации нижних конечностей человека после травм. Обозначена актуальность исследования и проектирования такого рода устройств. Предложена схема аппарата, оснащенного тремя активными шарнирами, позволяющего осуществлять реабилитационные мероприятия в различных режимах работы. Исполнительный механизм, представляющий собой трехзвенную систему, расположен на столе, который под действием электропривода изменяет свое положение, тем самым повышая эффективность работы устройства. Предложена математическая модель объекта, включающая в себя описание принципа работы и конструкции устройства, которая позволяет выявить закономерности движения аппарата. Результаты численного моделирования позволили выявить зависимости изменения управляющих моментов во времени при различных массах звеньев системы. Приведенные закономерности могут быть применены при проектировании различных реабилитационных устройств.

Ключевые слова: аппарат для реабилитации нижних конечностей, трехзвенник, активные шарниры

SYNTHESIS OF PARAMETERS OF THE DEVICE FOR THE REHABILITATION OF THE LOWER EXTREMITIES OF A PERSON AFTER INJURIES

Jatsun S.F., Loktionova O.G., Ponedelchenko M.S.

Southwest State University, Kursk, e-mail: makss-88@mail.ru

The work is devoted to the study of the regularities of the controlled motion of the apparatus for the rehabilitation of the lower extremities of a person after injury. The paper presents the relevance of the research and design of such devices. The article presents the scheme of a vehicle equipped with three active joints, allowing to carry out rehabilitation measures in different modes. The executive mechanism, which is a three-link system is on the table. Table changes its position under the action of the electric drive, so increases the efficiency of the device. The paper presents a mathematical model of the object, which includes a description of the operating principle and design of the device, which allows to reveal the laws of motion of the device. These patterns can be applied in designing the various rehabilitative devices.

Keywords: device for rehabilitation of the lower extremities of the person, active joints

Травмы суставов как верхних, так и нижних конечностей в большинстве случаев приводят к ограничению движений в них. Для лечения этой патологии используется метод иммобилизации конечности с помощью гипса или другого внешнего фиксатора, что неизбежно ведет к ограничению подвижности в суставе и атрофии мышц. Поэтому реабилитация после травмы даже при идеальном первичном лечении необходима для максимального ускорения восстановления. Эту задачу позволяют решать механотерапевтические аппараты, с помощью которых осуществляется разработка суставов и восстановление связочно-мышечного аппарата [1, 4, 6, 7, 8, 9, 10].

Реабилитация конечностей или суставов решает две основные проблемы: восстановление полного объема движений в суставе и наращивание мышечной силы и массы; восстановление правильного стереотипа движений [2, 5].

В настоящее время наибольшее распространение получили двухзвенные системы с одним активным шарниром. Такие устройства имеют ограниченные функциональные возможности, с целью их расширения появились трехзвенные конструкции аппаратов с несколькими активными шарнирами. Трехзвенная система может иметь пассивный коленный шарнир, а голеностопный шарнир – перемещаться поступательно.

Обычно такие устройства представляют собой системы для пассивной реабилитации, действия которых направлены на сгибание и разгибание сустава в пределах заданного угла. При этом недостаточное внимание уделяется разработке и исследованию аппаратов, воздействующих на нужные группы мышц в определенные фазы движения сустава, тем самым навязывается правильный стереотип ходьбы и тренируются мышцы, необходимые для правильной походки. В данной статье рассматривается исследование заданного движения трехзвенного механизма с активными тазобедренным, коленным и голеностопным суставами, работа которого

осуществляется в сопряжении с основными принципами движения нижней конечности человека. Применение таких активных элементов существенно повышает эффективность реабилитационных мероприятий.

Целью данного исследования является изучение закономерностей управляемого движения трехзвенного механизма с тремя активными шарнирами. Для достижения поставленной цели необходимо, используя математическую модель движения трехзвенника, получить результаты исследования, провести сравнительный анализ с экспериментальными данными.

Описание трехзвенного механизма

В работе рассматривается устройство для реабилитации нижних конечностей человека после травм, которое состоит из неподвижного основания 1, стола 2, штанг 3–5, соединенных между собой электроприводами вращательного движения 6–8, фиксаторов 9–13, которые фиксируют ногу человека, электропривода вращательного движения 14, для регулировки положения тела, червячного редуктора 15.

Устройство работает следующим образом: нога человека удерживается в механизме фиксаторами 9–13. Электроприводом 14 регулируется угол наклона тела пациента. Электроприводы 6–8 передают движение ноге пациента.

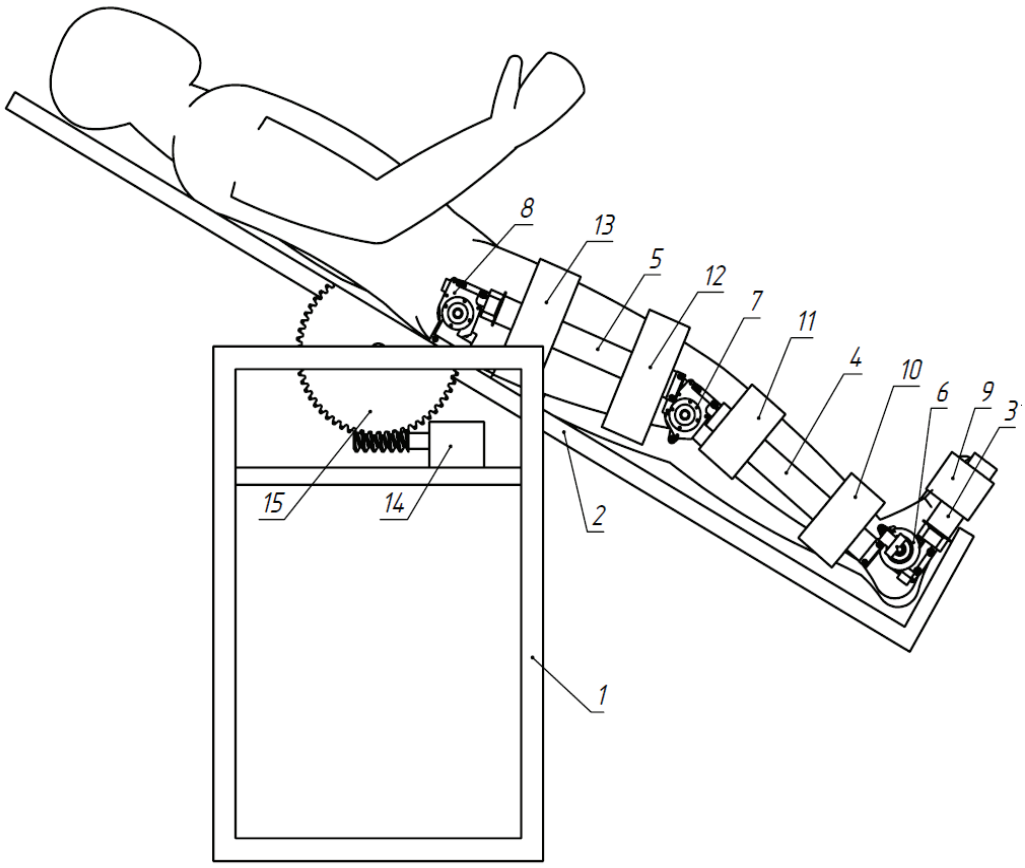


Рис. 1. Схема аппарата для реабилитации нижних конечностей человека после травм

Моделирование движения трехзвенного механизма

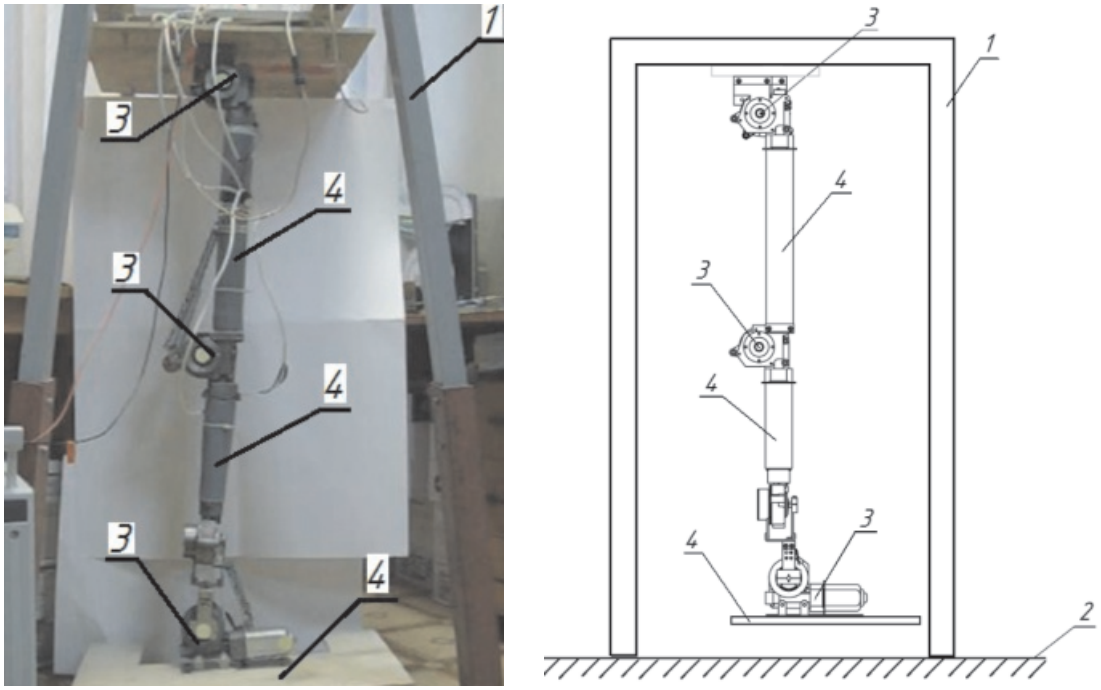
Для синтеза основных параметров реабилитационного аппарата крайне важно определить моменты, создаваемые электроприводами 6–8, обеспечивающих движение звеньев механизма по заданным траекториям. Будем использовать математическую модель, описанную следующей системой дифференциальных уравнений [10]:

$$
\begin{cases}
\left(\begin{array}{c}
\ddot{\phi}_1\left(J_1+\frac{1}{4}m_2l_1^2+\frac{1}{4}m_3l_1^2-\frac{l_1^2}{4}(m_2+m_3)(\sin^2\phi_1-1)\right)+\\
+\ddot{\phi}_2\left(\frac{1}{2}m_2+m_3\right)\frac{l_1l_2}{2}\cos(\phi_1-\phi_2)+\\
+\ddot{\phi}_3m_3\frac{l_1l_3}{4}\cos(\phi_1-\phi_3)-\\
-\frac{l_1^2}{4}(m_2+m_3)\dot{\phi}_2^2\sin 2\phi_1+\\
+\dot{\phi}_2^2\left(\frac{1}{2}m_2+m_3\right)\frac{l_1l_2}{2}\sin(\phi_1-\phi_2)+\\
+\dot{\phi}_3^2m_3\frac{l_1l_3}{4}\sin(\phi_1-\phi_3)
\end{array}\right)=\left(\begin{array}{c}
M_{10}-m_1g\frac{l_1}{2}\cos\phi_1-\\
-m_2gl_1\cos\phi_1-\\
-m_3gl_1\cos\phi_1
\end{array}\right)\\
\left(\begin{array}{c}
\ddot{\phi}_2\left(J_2+\frac{1}{4}m_2l_2^2+m_3{l_2}^2-\frac{l_2^2}{4}(m_2+2m_3)\cos2\phi_2\right)+\\
+\ddot{\phi}_1\left(\frac{1}{2}m_2+m_3\right)\frac{l_1l_2}{2}\cos(\phi_1-\phi_2)+\\
+\ddot{\phi}_3m_3\frac{l_2l_3}{2}\cos(\phi_2-\phi_3)+\\
+\frac{l_2}{4}(m_2+2m_3)\,\dot{\phi}_1^2(2\sin(\phi_1+\phi_2)+\\
+l_2\sin 2\dot{\phi}_2\dot{\phi}_2^2-2\ddot{\phi}_1l_1\cos(\phi_1+\phi_2)+\\
+\dot{\phi}_3^2m_3\frac{l_2l_3}{2}\sin(\phi_2-\phi_3)
\end{array}\right)=\left(\begin{array}{c}
M_{21}-m_2g\frac{l_2}{2}\cos\phi_2-\\
-m_3gl_2\cos\phi_2
\end{array}\right)\\
\left(\begin{array}{c}
\ddot{\phi}_3\left(J_3+\frac{1}{4}m_3l_3^2+m_3l_3^2-\frac{l_3^2}{4}m_3\cos2\phi_3\right)+\\
+\ddot{\phi}_2m_3\frac{l_2l_3}{2}\cos(\phi_2-\phi_3)+\\
+\ddot{\phi}_1m_3\frac{l_1l_3}{4}\cos(\phi_1-\phi_3)+\\
+\frac{l_3}{4}m_3(2l_1\dot{\phi}_1^2\sin(\phi_3+\phi_1)+2l_2\sin(\phi_2+\phi_3)\dot{\phi}_2^2+\\
+l_3\sin 2\dot{\phi}_3\dot{\phi}_3^2-2\ddot{\phi}_1l_1\cos(\phi_1+\phi_3)-2\ddot{\phi}_2l_2\cos(\phi_2+\phi_3))+\\
+\dot{\phi}_1^2m_3\frac{l_1l_3}{4}\sin(\phi_3-\phi_1)+\\
+\dot{\phi}_2^2m_3\frac{l_2l_3}{2}\sin(\phi_3-\phi_2)
\end{array}\right)=\left(-M_{32}+m_3\,g\frac{l_3}{2}\cos\phi_3\right)
\end{cases}
$$

Для решения поставленной задачи зададим законы изменения углов звеньев 1–3, положение которых определяется с помощью углов , φ_2, φ_3. Пусть эти углы изменяются по следующим законам: $\varphi_i = k_i \cos \omega_i t$, где k – амплитуда угла, подбирается в зависимости от диапазона его изменения, а ω_i – частота вращения i-го звена.

Углы φ_1 и φ_2 звеньев 1 и 2 будем изменять в диапазоне $\phi_1^1 \le \phi_1 \le \phi_1^2$, а угол φ_3 – $\phi_3^1 \le \phi_3 \le \phi_3^2$.

Для моделирования движения реабилитационного устройства будем использовать параметры экспериментального стенда для исследования движения трехзвенного реабилитационного аппарата, показанного на рис. 2. Экспериментальная установка состоит из следующих основных элементов: 1 – стойка, 2 – опорная поверхность, 3 – приводы, 4 – звенья механизма. Звенья экспериментального стенда изготовлены из пластика, массы звена 1 и звена 2 равны. Звенья связаны между собой приводами вращательного движения, которые представляют собой мотор-редукторы с червячной передачей. Весь механизм подвешен на металлическом каркасе.



а б

Рис. 2. Общий вид лабораторного стенда: а – фото; б – схема

Исходные параметры для моделирования: масса звена 1, $m_1 = 2$ кг; масса звена 2, $m_2 = 2$ кг; масса звена 3, $m_3 = 1{,}3$ кг; длина звена 1, $l_1 = 0{,}43$ м; длина звена 2, $l_2 = 0{,}43$ м; длина звена 3, $l_3 = 0{,}14$ м; угол наклона звена 1, $\varphi_1 = -\pi/2$ рад; угол наклона звена 2, $\varphi_2 = -\pi/2$ рад; угол наклона звена 3, $\varphi_3 = -\pi/2$ рад; угол наклона системы координат относительно горизонта, $\xi = 0$.

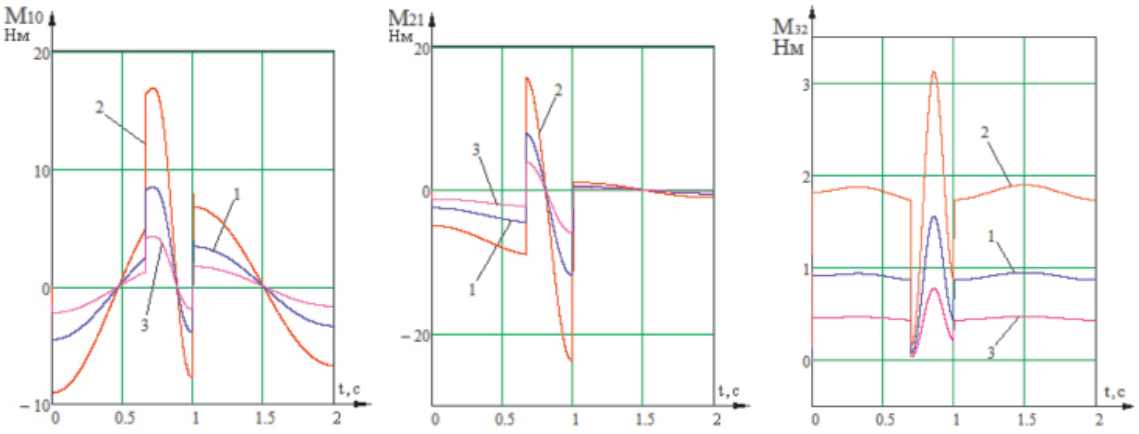
Для получения временных зависимостей крутящих моментов зададим законы изменения углов звеньев. Положим, что

$$\phi_1 = -\frac{\pi}{12}\cos \pi t; \quad \phi_2 = \frac{\pi}{24}\cos\frac{\pi}{0{,}7}t$$

для интервала $0 \le t \le 0{,}7$, $\phi_2 = -\frac{\pi}{8}\cos\frac{\pi}{0{,}3}t$ для интервала $0{,}7 \le t \le 1$; $\phi_3 = \frac{\pi}{500}\cos \pi t.$

Выбор такого движения трехзвенной системы обусловлен биомеханическими возможностями ноги человека и соответствует фазам движения человека [3]. Определим величину управляющих моментов в зависимости от величины массы звеньев механизма.

Получим графики изменения моментов звеньев во времени.



а б в

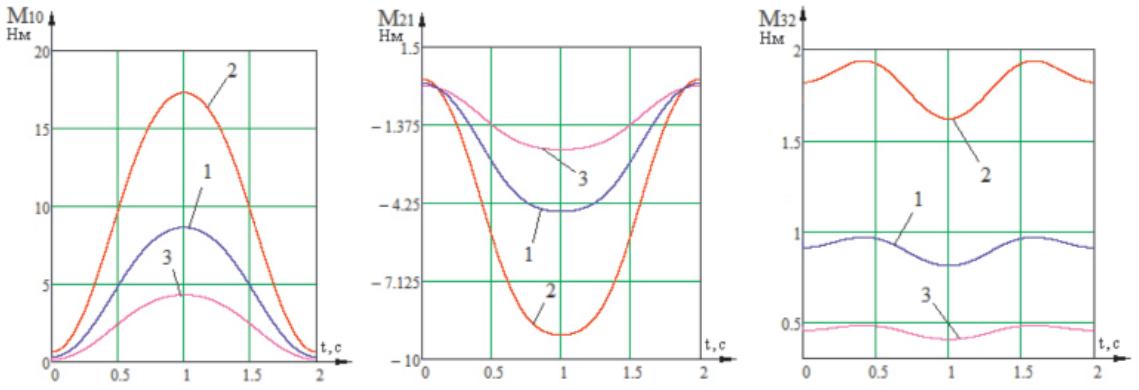
Рис. 3. Временные характеристики изменения управляющих моментов M_{10} звеньев механизма: 1 – при исходных значениях масс звеньев; 2 – при $m_1 = 4$, $m_2 = 4$, $m_3 = 2{,}6$; 3 – при $m_1 = 1$, $m_2 = 1$, $m_3 = 0{,}65$; а – диаграмма изменения момента M_{10}; б – диаграмма изменения момента M_{21}; в – диаграмма изменения момента M_{32}

Исследуем другой режим работы трехзвенного механизма, при котором шарнир O_3 движется поступательно. Такой принцип движения используется во многих существующих аппаратах для разработки суставов [1, 4]. Законы изменения углов звеньев:

$$\phi_1 = -\frac{\pi}{12}\cos \pi t; \quad \phi_2 = \frac{\pi}{12}\cos \pi t;$$

$$\phi_3 = \frac{\pi}{500}\cos \pi t.$$

Ниже приведены графики изменения моментов звеньев во времени.



а б в

Рис. 4. Временные характеристики изменения управляющих моментов M_{10}звеньев механизма: 1 – при исходных значениях масс звеньев; 2 – при $m_1 = 4$, $m_2 = 4$, $m_3 = 2{,}6$; 3 – при $m_1 = 1$, $m_2 = 1$, $m_3 = 0{,}65$; а – диаграмма изменения момента M_{10}; б – диаграмма изменения момента M_{21}; в – диаграмма изменения момента M_{32}

Для первого режима работы диаграммы изменения моментов звеньев имеют немонотонный характер. Пиковые значения моментов возникают на интервале $0{,}7 \le t \le 1$ с, в это время механизм испытывает особо сильные нагрузки. Для второго режима характерно плавное изменение характеристики – моменты имеют синусоидальный вид. При росте масс звеньев наблюдается тенденция к увеличению значений моментов.

В ходе экспериментальных исследований также были получены зависимости изменения управляющих моментов от времени для второго режима работы устройства (рис. 5).

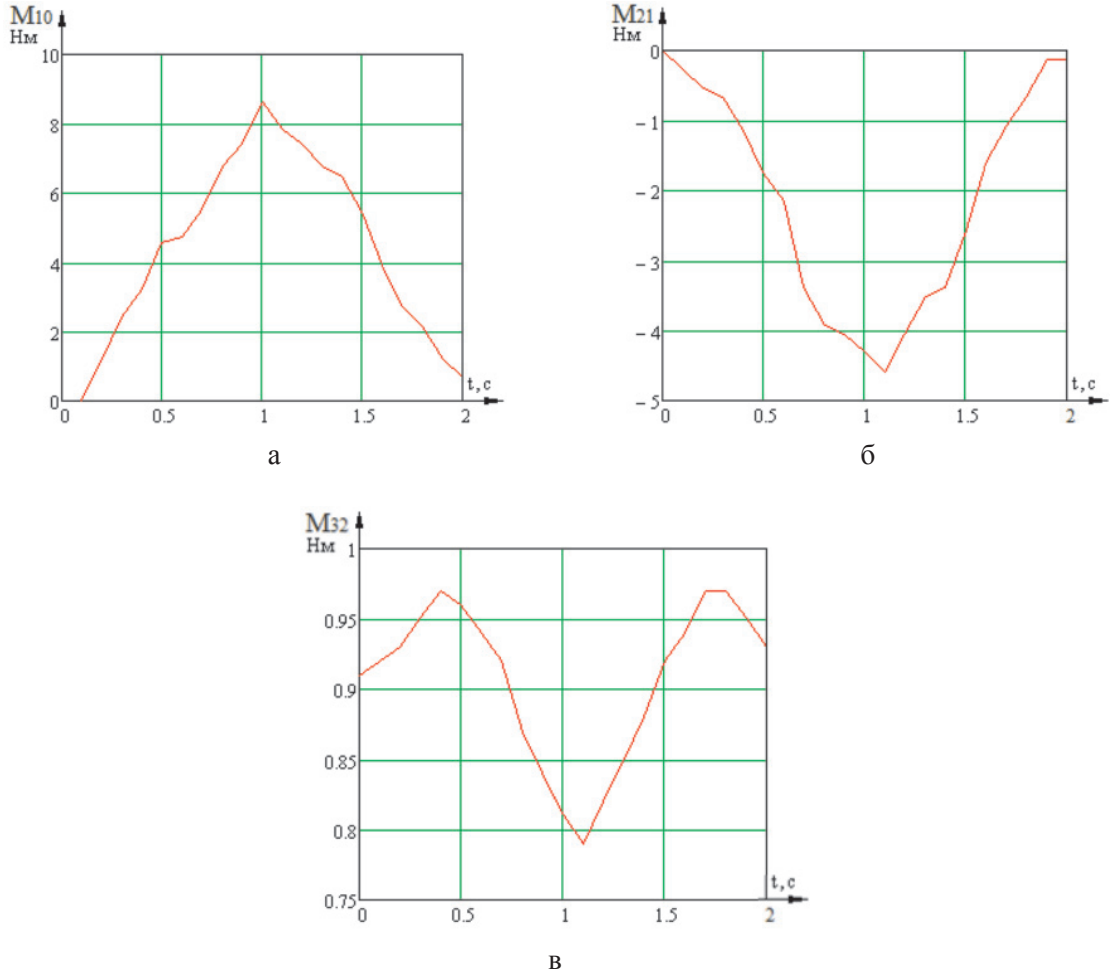


Рис. 5. Временные характеристики изменения управляющих моментов звеньев механизма, полученные экспериментальным путем:
а – временные характеристики изменения управляющих моментов M_{10};
б – временные характеристики изменения управляющих моментов M_{21};
в – временные характеристики изменения управляющих моментов M_{32}

Отклонение экспериментальных данных от значений, полученных в ходе математического моделирования, составляет в среднем 8–10 %.

Заключение

В работе предложена схема аппарата для реабилитации нижних конечностей человека, оснащенного тремя управляемыми электромеханическими приводами, движение которого имитирует движение ноги человека. Приведены расчетная схема и математическая модель, позволяющая исследовать управляемое движение устройства численным методом. В результате моделирования выявлены зависимости управляющих моментов от массы звеньев системы.

Список литературы

1. Аппараты механотерапии при реабилитации после травм / А.Ф. Бобрихин, Н.Г. Гончаров, А.Г. Гудков, А.Е. Девис, В.Ю. Леушин, Н.Г. Назаров, Д.И. Цыганов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – С. 58–62.

2. Довгань В.И., Темкин И.Б. Механотерапия // Медицина. – 1981. – С. 128.

3. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика // Владос-пресс. – 2003. – С. 551.

4. Устройство для пассивного, этапного восстановления движений в крупных суставах нижней конечности при контрактурах / М.А. Магарамов, А.А. Раджабов, А.П. Огурлиев, З.А. Дыдымов // Травматология и ортопедия России. – С. 99–101.

5. Пашаева И.Г., Свиягина Е.В. Особенности реабилитации спортсменов после травм опорно-двигательного аппарата // Труды дальневосточного государственного технического университета . – 2004. – С. 124–126.

6. Рябчиков И.В., Панков И.О., Рябчикова Е.Н. Пассивная механотерапия в реабилитации пациентов с повреждениями крупных суставов нижних конечностей // Бюллетень восточно-сибирского научного центра СО РАМН. – 2011. – С. 94.

7. Яцун С.Ф., Тарасова Е.С. Механотерапевтическое устройство для реабилитации локтевого сустава // Известия ЮЗГУ. Серия Техника и технологии. – 2012. – № 1 – С. 42–47.

8. Яцун С.Ф., Тарасова Е.С. Особенности системы управления механотерапевтического устройства для реабилитации локтевого сустава // Известия ЮЗГУ. – 2012. – № 2. – ч.1 – С. 172–179.

9. Яцун С.Ф., Рукавицин А.Н. Разработка биоинженерного мехатронного модуля для экзоскелета нижних конечностей человека // Известия самарского научного центра российской академии наук. – 2012. – С. 1351–1354.

10. Яцун С.Ф., Локтионова О.Г., Понедельченко М.С. Математическое моделирование движения аппарата для реабилитации нижних конечностей человека после травм [Электронный ресурс] / С.Ф. Яцун, О.Г. Локтионова, М.С. Понедельченко // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/111-10061.

References

1. Bobrihin A.F., Goncharov N.G., Gudkov A.G., Devis A.E., Leushin V.Ju., Nazarov N.G., Cyganov D.I. Apparaty mehanoterapii pri reabilitacii posle travm // Biomedicinskaja radiojelektronika. 2010. pp. 58–62

2. Dovgan’ V.I., Temkin I.B. Mehanoterapija // Medicina. 1981. pp. 128.

3. Dubrovskij V.I., Fedorova V.N. Biomehanika // Vladospress. 2003. pp. 551.

4. Magaramov M.A., Radzhabov A.A., Ogurliev A.P., Dydymov Z.A. Ustrojstvo dlja passivnogo, jetapnogo vosstanovlenija dvizhenij v krupnyh sustavah nizhnej konechnosti pri kontrakturah // Travmatologija i ortopedija Rossii. pp. 99–101.

5. Pashaeva I.G., Svijagina E.V. Osobennosti reabilitacii sportsmenov posle travm oporno-dvigatel’nogo apparata // Trudy dal’nevostochnogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2004. pp. 124–126.

6. Rjabchikov I.V., Pankov I.O., Rjabchikova E.N. Passivnaja mehanoterapija v reabilitacii pacientov s povrezhdenijami krupnyh sustavov nizhnih konechnostej // Bjulleten’ vostochno-sibirskogo nauchnogo centra SO RAMN. 2011. pp. 94.

7. Jacun S.F., Tarasova E.S. Mehanoterapevticheskoe ustrojstvo dlja reabilitacii loktevogo sustava // Izvestija JuZGU. Serija Tehnika i tehnologii. 2012. no. 1 pp. 42–47.

8. Jatsun S.F., Tarasova E.S. Osobennosti sistemy upravlenija mehanoterapevticheskogo ustrojstva dlja reabilitacii loktevogo sustava // Izvestija JuZGU. 2012. no. 2 ch.1 ppp. 172–179.

9. Jatsun S.F., Rukavicin A.N. Razrabotka bioinzhenernogo mehatronnogo modulja dlja jekzoskeleta nizhnih konechnostej cheloveka // Izvestija samarskogo nauchnogo centra rossijskoj akademii nauk. 2012. pp. 1351–1354.

10. Jatsun S.F., Loktionova O.G., Ponedel’chenko M.S. Matematicheskoe modelirovanie dvizhenija apparata dlja reabilitacii nizhnih konechnostej cheloveka posle travm [Jelektronnyj resurs] / S.F. Jatsun, O.G. Loktionova, M.S. Ponedel’chenko // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 5. Rezhim dostupa: http://www.science-education.ru/111-10061.

Рецензенты:

Савин Л.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Мехатроника и МИ», ФГОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», г. Орел;

Кобелев Н.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, ЮЗГУ, г. Курск.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 62-503.5

ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ АППАРАТА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ТРАВМ ПРИ ДИСКРЕТНОМ УПРАВЛЕНИИ

Яцун С.Ф., Локтионова О.Г., Понедельченко М.С.

ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», Курск, e-mail: makss-88@mail.ru

В работе предлагается решение проблемы управления движением аппарата для реабилитации нижних конечностей человека после травм. Предлагается использование цифрового управления устройством, что приводит к появлению дискретного движения механизма. Предложена конструкция аппарата, оснащенного тремя активными шарнирами, позволяющая осуществлять реабилитационные мероприятия в различных режимах работы. Описан принцип работы устройства и приведена система автоматического управления, представляющая собой многоуровневую систему, выбор которой обусловлен необходимостью предотвращения возможных травм пациента при выполнении упражнений на устройстве. Предложена математическая модель объекта, включающая в себя описание принципа работы и конструкции устройства, которая позволяет выявить закономерности движения аппарата.Результаты численного моделирования позволили определить параметры дискретизации управляющего сигнала, помогающие получить заданные законы движения.

Ключевые слова: аппарат для реабилитации нижних конечностей, трехзвенник, активные шарниры, дискретное управление

THE DYNAMIC FEATURES OF THE MOTION OF THE DEVICE FOR THE REHABILITATION OF THE LOWER EXTREMITIES OF A PERSON AFTER TRAUMAS AT DISCRETE CONTROL

Jatsun S.F., Loktionova O.G., Ponedelchenko M.S.

Southwest State University, Kursk, e-mail: makss-88@mail.ru

The paper proposes a solution to the problem of control motion device for the rehabilitation of the lower extremities of a person after injuries. The use of digital control device leads to the appearance of discrete motion mechanism.The article presents the design of a device equipped with three active joints, allowing to carry out rehabilitation measures in different modes. The paper presents a principle of job of the device and the system of automatic control. Automatic control system is a multilevel system. The choice of such a system driven by the need to prevent possible injury of a patient while performing the exercises on the device.The paper presents a mathematical model of the object, which includes a description of the operating principle and design of the device, which allows to reveal the laws of motion of the device.Results of numerical modeling allow to determine the parameters of a discretization of the control signal, allowing to obtain the specified laws of motion.

Keywords: device for rehabilitation of the lower extremities of the person, active joints, discrete control

В настоящее время во всем мире активно практикуется метод реабилитации, основанный на использовании физических упражнений в лечебных целях с помощью специальных аппаратов и приборов. Этот метод называется «Механотерапия», целью его является улучшение подвижности в суставе, восстановление максимально возможного объема движений в нем, тренировка мышц, улучшение кровообращения и микроциркуляции в тканях сустава [2].

Одним из главных направлений в реабилитации является разработка суставов. Существует большое количество различных тренажеров, методик и реабилитационных систем, которые позволяют заниматься реабилитацией конечностей, при этом управление аппаратами для разработки суставов максимально упрощено и не требует специальных знаний [4; 6; 7; 8; 9]. В настоящее время наибольшее распространение получили двухзвенные системы с одним активным шарниром. Такие устройства имеют ограниченные функциональные возможности, с целью их расширения появились трехзвенные конструкции аппаратов с несколькими активными шарнирами. Трехзвенная система может иметь пассивный коленный шарнир и голеностопный шарнир, перемещающийся поступательно.

В большинстве случаев тренажеры представляют собой системы для пассивной реабилитации, которые лишь сгибают и разгибают сустав в пределах заданного угла. При этом недостаточное внимание уделяется разработке и исследованию аппаратов, воздействующих на нужные группы мышц в определенные фазы движения сустава, тем самым навязывается правильный стереотип ходьбы и тренируются мышцы, необходимые для правильной походки. В данной статье рассматривается исследование заданного движения трехзвенного механизма с активными тазобедренным, коленным и голеностопным суставами, работа которого осуществляется в сопряжении с основными принципами движения нижней конечности человека. Применение таких активных элементов существенно повышает эффективность реабилитационных мероприятий.

Переход к цифровому управлению приводит к появлению дискретного управляемого движения механизма. **Целью данного исследования** является изучение закономерностей

дискретного управляемого движения трехзвенного механизма с тремя активными шарнирами. Для достижения поставленной цели необходимо разработать математическую модель движения трехзвенника, получить результаты исследования, провести сравнительный анализ с экспериментальными данными.

Описание трехзвенного механизма

В работе рассматривается устройство для реабилитации нижних конечностей человека после травм, которое состоит из неподвижного основания 1, стола 2, штанг 3–5, соединенных между собой приводами вращательного движения 6–8, фиксаторов 9–13, которые фиксируют ногу человека, привода вращательного движения 14, для регулировки положения тела, червячного редуктора 15.

Устройство работает следующим образом.

Нога человека удерживается в механизме фиксаторами 9–13. Приводом 14 регулируется угол наклона тела пациента. Приводы 6–8 передают движение ноге пациента.

Переход к цифровому управлению приводит к появлению дискретного управляемого движения механизма.

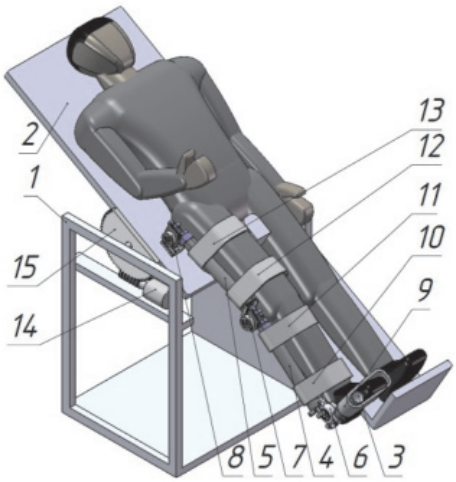


Рис. 1. Конструкция аппарата для реабилитации нижних конечностей человека после травм

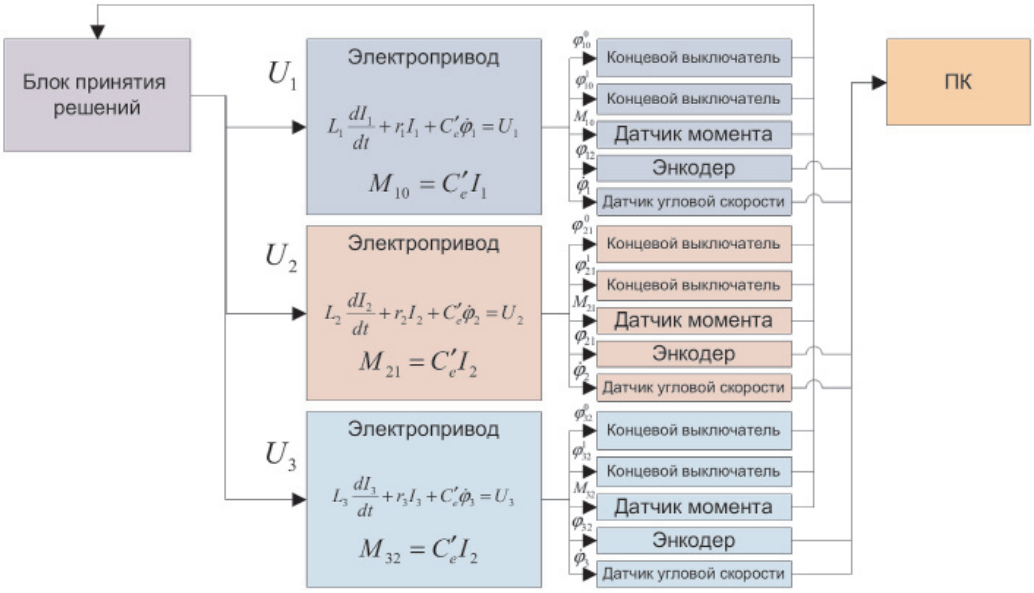


Рис. 2. Система автоматического управления аппаратом для реабилитации нижних конечностей человека после травм

Для устройства разработана система автоматического управления, которая представляет собой комплекс, включающий в себя:

1) пары концевых датчиков, датчиков моментов, датчиков угловых скоростей, датчиков углов поворота;

2) блок электроприводов;

3) блок принятия решений;

4) персональный компьютер.

Предложенная система управления устройством построена на базе микроконтроллеров серии Atmega, которые реализуют алгоритмы цифрового компаратора и интеллектуального регулятора. Пары концевых выключателей образуют релейную систему управления, направленную на повышение безопасности конструкции. Выбор такой многоканальной системы управления обусловлен необходимостью предотвращения возможных травм пациента при выполнении упражнений на устройстве.

Моделирование движения трехзвенного механизма

Исследуем режим работы трехзвенного механизма, при котором шарнир O_3 движется поступательно. Такой принцип движения используется во многих существующих аппаратах для разработки суставов [1; 4].

Для получения результатов математического моделирования будем использовать следующую систему дифференциальных уравнений, описывающих движение рассматриваемого механизма [9]:

$$
\begin{cases}
\left(\begin{array}{c}
\ddot{\phi}_1\left(J_1+\frac{1}{4}m_2l_1^2+\frac{1}{4}m_3l_1^2-\frac{l_1^2}{4}(m_2+m_3)(\sin^2\phi_1-1)\right)+\\
+\ddot{\phi}_2\left(\frac{1}{2}m_2+m_3\right)\frac{l_1l_2}{2}\cos(\phi_1-\phi_2)+\\
+\ddot{\phi}_3m_3\frac{l_1l_3}{4}\cos(\phi_1-\phi_3)-\\
-\frac{l_1^2}{4}(m_2+m_3)\dot{\phi}_1^2\sin 2\phi_1+\\
+\dot{\phi}_2^2\left(\frac{1}{2}m_2+m_3\right)\frac{l_1l_2}{2}\sin(\phi_1-\phi_2)+\\
+\dot{\phi}_3{}^2m_3\frac{l_1l_3}{4}\sin(\phi_1-\phi_3)
\end{array}\right)=\left(\begin{array}{c}
M_{10}-m_1g\frac{l_1}{2}\cos\phi_1-\\
-m_2gl_1\cos\phi_1-\\
-m_3gl_1\cos\phi_1
\end{array}\right)\\
\left(\begin{array}{c}
\ddot{\phi}_2\left(J_2+\frac{1}{4}m_2l_2^2+m_3l_2^2-\frac{l_2^2}{4}(m_2+2m_3)\cos2\phi_2\right)+\\
+\ddot{\phi}_1\left(\frac{1}{2}m_2+m_3\right)\frac{l_1\,l_2}{2}\cos(\phi_1-\phi_2)+\\
+\ddot{\phi}_3m_3\frac{l_2\,l_3}{2}\cos(\phi_2-\phi_3)+\\
+\frac{l_2}{4}(m_2+2m_3)\,\dot{\phi}_1^2(2\sin(\phi_1+\phi_2)+\\
+l_2\sin2\dot{\phi}_2\dot{\phi}_2^2-2\ddot{\phi}_1l_1\cos(\phi_1+\phi_2)+\\
+\dot{\phi}_3^2m_3\frac{l_2l_3}{2}\sin(\phi_2-\phi_3)
\end{array}\right)=\left(\begin{array}{c}
M_{21}-m_2g\frac{l_2}{2}\cos\phi_2-\\
-m_3gl_2\cos\phi_2
\end{array}\right)\\
\left(\begin{array}{c}
\ddot{\phi}_3\left(J_3+\frac{1}{4}m_3l_3{}^2+m_3l_3^2-\frac{l_3^2}{4}m_3\cos2\phi_3\right)+\\
+\ddot{\phi}_2m_3\frac{l_2l_3}{2}\cos(\phi_2-\phi_3)+\\
+\ddot{\phi}_1m_3\frac{l_1l_3}{4}\cos(\phi_1-\phi_3)+\\
+\frac{l_3}{4}m_3\left(2l_1\dot{\phi}_1^2\sin(\phi_3+\phi_1)+2l_2\sin(\phi_2+\phi_3)\dot{\phi}_2^2+\right.\\
\left.+l_3\sin2\dot{\phi}_3\dot{\phi}_3^2-2\ddot{\phi}_1l_1\cos(\phi_1+\phi_3)-2\ddot{\phi}_2l_2\cos(\phi_2+\phi_3)\right)+\\
+\dot{\phi}_1^2m_3\frac{l_1l_3}{4}\sin(\phi_3-\phi_1)+\\
+\dot{\phi}_2^2m_3\frac{l_2l_3}{2}\sin(\phi_3-\phi_2)
\end{array}\right)=\left(-M_{32}+m_3g\frac{l_3}{2}\cos\phi_3\right)
\end{cases}
\qquad (1)
$$

В САУ аппаратом энкодеры измеряют относительные углы, определяемые по формулам $\varphi_{10} = \varphi_1 - \varphi_0$, $\varphi_{21} = \varphi_2 - \varphi_1$, $\varphi_{32} = \varphi_3 - \varphi_2$.

Для получения временных зависимостей крутящих моментов зададим законы изменения абсолютных углов звеньев:

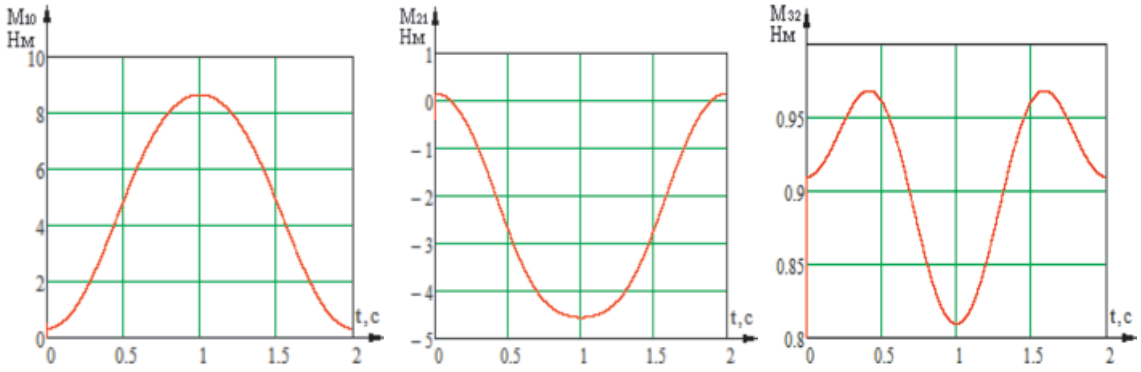
$$\phi_1 = -\frac{\pi}{12}\cos \pi t; \quad \phi_2 = \frac{\pi}{12}\cos \pi t;$$

$$\phi_3 = \frac{\pi}{500}\cos \pi t. \qquad (2)$$

Углы φ_i изменяются в диапазоне $\phi_i^1 \le \phi_i \le \phi_i^2$.

ϕ_i^1, ϕ_i^2 – это предельные значения соответствующих углов.

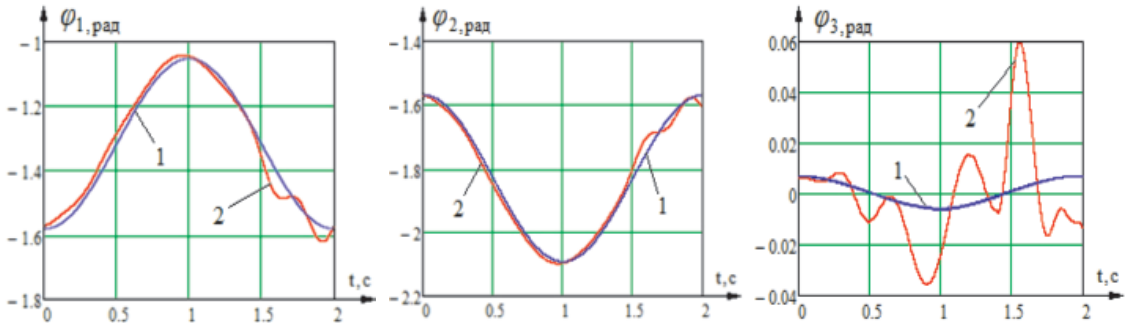
В результате расчетов получены временные характеристики идеальных управляющих моментов, точно обеспечивающих заданные законы изменения абсолютных углов звеньев механизмах (2).



а б в

Рис. 3. Временные характеристики изменения идеальных моментов звеньев системы: а – временная характеристика изменения момента M_{10} звена 1; б – временная характеристика изменения момента M_{21} звена 2; в – временная характеристика изменения момента M_{32} звена 3

Для осуществления цифрового (дискретного) управления трехзвенным механизмом посредством полученных моментов, зададим их ступенчато, причем время дискретизации будем изменять в диапазоне $0{,}005 \le \Delta t \le 0{,}05$ с. Получим следующие зависимости изменения углов звеньев от времени:



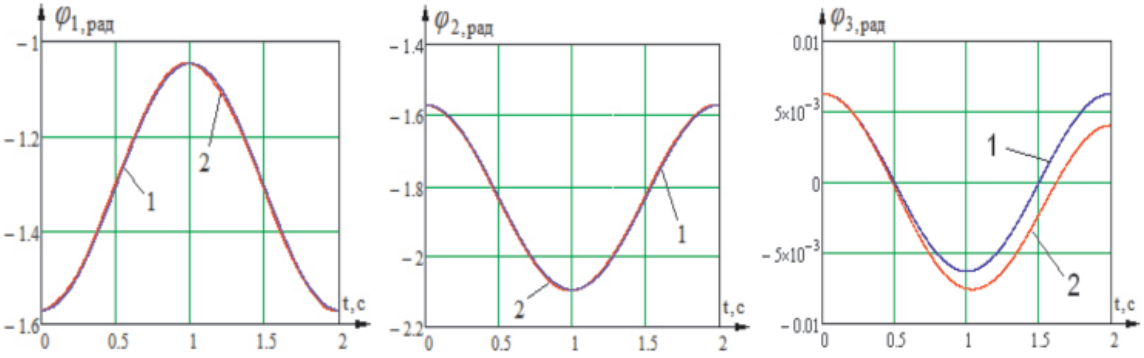
а б в

Рис. 4. Временные диаграммы изменения углов звеньев системы при подаче моментов M_{10}, M_{21}, M_{32}: 1 – идеальная характеристика, 2 – полученная при подаче момента M_{10} с шагом дискретизации $\Delta t = 0{,}05$ с; а – диаграмма изменения угла φ_1 звена 1; б – диаграмма изменения угла φ_2 звена 2; в – диаграмма изменения угла φ_3 звена 3

Как видно из графиков рис. 3, при подаче такого вида сигнала звенья системы не выходят на заданные углы (максимальная абсолютная ошибка угла φ_1 составляет $\xi_1 = 5{,}8\,\%$, для угла $\varphi_2 - \xi_2 = 5{,}7\,\%$), особенно значительны отклонения угла φ_3 ($\xi_3 = 99\,\%$), а также имеют место колебательные процессы, которые недопустимы при проектировании такого рода механизмов.

Попробуем улучшить результат, подавая моменты со временем дискретизации $\Delta t = 0{,}025$ с.

Подавая таким образом моменты, мы получили диаграммы изменения углов звеньев 1 и 2, которые соответствуют заданным законам, угол звена 3 при $\Delta t = 0{,}025$ с имеет нестабильный колебательный характер и требует уменьшения периода дискретизации управляющих моментов до $\Delta t = 0{,}005$ с (рис. 5).



а б в

Рис. 5. Временные диаграммы изменения углов звеньев системы при подаче управляющих сигналов: 1 – идеальная характеристика, 2 – полученная при подаче дискретного сигнала; а – диаграмма изменения угла φ_1 звена 1 при подаче момента M_{10} с шагом дискретизации $\Delta t = 0{,}025$ с; б – диаграмма изменения угла φ_2 звена 2 при подаче момента M_{21} с шагом дискретизации $\Delta t = 0{,}025$ с; в – диаграмма изменения угла φ_3 звена 3 при подаче момента M_{32} с шагом дискретизации $\Delta t = 0{,}005$ с

Таким образом мы получили угловые изменения звеньев системы с минимальной ошибкой, которая составляет для углов φ_1 и φ_2 $\xi_2 = 0{,}5\,\%$ для угла φ_3 – порядка 25 %.

Заключение

В работе предложена конструкция аппарата для реабилитации нижних конечностей человека, оснащенного тремя управляемыми электромеханическими приводами, движение которого имитирует движение ноги человека. Приведена математическая модель, позволяющая исследовать управляемое движение устройства численным методом.

Описан принцип работы устройства и приведена система автоматического управления, представляющая собой многоканальную систему, выбор которой обусловлен необходимостью обеспечения заданного движения звеньев системы с минимальными отклонениями, а так же предотвращения возможных травм пациента при выполнении упражнений на устройстве. Приведенные закономерности могут быть применены при проектировании различных реабилитационных устройств.

Список литературы

1. Аппараты механотерапии при реабилитации после травм / А.Ф. Бобрихин, Н.Г. Гончаров, А.Г. Гудков, А.Е. Девис, В.Ю. Леушин, Н.Г. Назаров, Д.И. Цыганов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – С. 58–62.

2. Довгань В.И., Темкин И.Б. Механотерапия // Медицина. – 1981. – С. 128.

3. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика // Владос-пресс. – 2003. – С. 551.

4. Устройство для пассивного, этапного восстановления движений в крупных суставах нижней конечности при контрактурах / М.А. Магарамов, А.А. Раджабов, А.П. Огурлиев, З.А. Дыдымов // Травматология и ортопедия России. – С. 99–101.

5. Пашаева И.Г., Свиягина Е.В. Особенности реабилитации спортсменов после травм опорно-двигательного аппарата // Труды дальневосточного государственного технического университета . – 2004. – С. 124–126.

6. Яцун С.Ф., Тарасова Е.С. Механотерапевтическое устройство для реабилитации локтевого сустава // Известия ЮЗГУ. Серия Техника и технологии. – 2012. – № 1 – С. 42–47.

7. Яцун С.Ф., Тарасова Е.С. Особенности системы управления механотерапевтического устройства для реабилитации локтевого сустава // Известия ЮЗГУ. – 2012. – № 2 ч.1 – С. 172–179.

8. Яцун С.Ф., Рукавицин А.Н. Разработка биоинженерного мехатронного модуля для экзоскелета нижних конечностей человека // Известия самарского научного центра российской академии наук. – 2012. – С. 1351–1354.

9. Яцун С.Ф., Локтионова О.Г., Понедельченко М.С. Математическое моделирование движения аппарата для реабилитации нижних конечностей человека после травм [Электронный ресурс] / С.Ф. Яцун, О.Г. Локтионова, М.С. Понедельченко // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/111-10061.

References

1. Bobrihin A.F., Goncharov N.G., Gudkov A.G., Devis A.E., Leushin V.Ju., Nazarov N.G., Cyganov D.I. Apparaty mehanoterapii pri reabilitacii posle travm // Biomedicinskaja radiojelektronika. 2010. pp. 58–62.

2. Dovgan’ V.I., Temkin I.B. Mehanoterapija // Medicina. 1981. pp. 128.

3. Dubrovskij V.I., Fedorova V.N. Biomehanika // Vladospress. 2003. pp. 551.

4. Magaramov M.A., Radzhabov A.A., Ogurliev A.P., Dydymov Z.A. Ustrojstvo dlja passivnogo, jetapnogo vosstanovlenija dvizhenij v krupnyh sustavah nizhnej konechnosti pri kontrakturah // Travmatologija i ortopedija Rossii. pp. 99–101.

5. Pashaeva I.G., Svijagina E.V. Osobennosti reabilitacii sportsmenov posle travm oporno-dvigatel’nogo apparata // Trudy dal’nevostochnogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta . 2004. pp. 124–126.

6. Jatsun S.F., Tarasova E.S. Mehanoterapevticheskoe ustrojstvo dlja reabilitacii loktevogo sustava // Izvestija JuZGU. Serija Tehnika i tehnologii. 2012. no. 1 pp. 42–47.

7. Jatsun S.F., Tarasova E.S. Osobennosti sistemy upravlenija mehanoterapevticheskogo ustrojstva dlja reabilitacii loktevogo sustava // Izvestija JuZGU. 2012. no. 2 ch.1 pp. 172–179.

8. Jatsun S.F., Rukavicin A.N. Razrabotka bioinzhenernogo mehatronnogo modulja dlja jekzoskeleta nizhnih konechnostej cheloveka // Izvestija samarskogo nauchnogo centra rossijskoj akademii nauk. 2012. pp. 1351–1354.

9. Jatsun S.F., Loktionova O.G., Ponedel’chenko M.S. Matematicheskoe modelirovanie dvizhenija apparata dlja reabilitacii nizhnih konechnostej cheloveka posle travm [Jelektronnyj resurs] / S.F. Jacun, O.G. Loktionova, M.S. Ponedel’chenko // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 5. Rezhim dostupa: http://www.science-education.ru/111-10061.

Рецензенты:

Кобелев Н.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, ЮЗГУ, г. Курск;

Игнатенко Н.М., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой общей и прикладной физики, ЮЗГУ, г. Курск.

Работа поступила в редакцию 20.09.2013.

УДК 532.546:536.421

МОДЕЛИРОВАНИЕ КУПОЛА-СЕПАРАТОРА ПРИ РАЗЛИВЕ НЕФТИ В ШЕЛЬФЕ

Кильдибаева С.Р.

Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Стерлитамак, e-mail: freya.13@mail.ru

В статье рассматривается математическая модель купола-сепаратора, предназначенная для ликвидации разлива нефти при разработке месторождений в шельфе. Тема особенно актуальна в связи с растущим интересом к добыче сырья в шельфе. Установка купола происходит непосредственно над местом утечки углеводородов, в несколько этапов. На первом этапе решается задача о всплытии капли нефти внутри купола, на втором этапе происходит процесс заполнения купола нефтью. Определено изменение температуры струи от вертикальной координаты и её влияние на газовые пузырьки. Исследован процесс заполнения купола нефтью, определено время полного заполнения купола нефтью. Исследовано влияние тепловых потоков, влияющих на температуру слоев внутри купола, получена зависимость температуры слоев нефти и дизеля от времени. Получены зависимости высот нефти и дизеля внутри купола.

Ключевые слова: купол-сепаратор, разлив нефти в шельфе, затопленная струя, тепловые потоки

MODELING DOME-SEPARATORS FOR OIL SPILLS ON THE SHELF

Kildibaeva S.R.

Sterlitamak branch of Bashkir State University, Sterlitamak, e-mail: freya.13@mail.ru

In this article we consider a mathematical model of the dome-separator for oil spill response in the development of deposits on the shelf. Theme is particularly relevant due to the growing interest in the raw materials extraction to the shelf. Installation of the dome is directly over the leak of hydrocarbons in several stages. In the first step we solve the problem of the emersion of oil droplets inside the dome, the second step is the process of filling the dome with oil. The change in temperature of the vertical coordinates of the jet and its influence on the gas bubbles. The process of filling the dome with oil, determined the time of the dome is full of oil. Obtained the influence of heat flows affecting the temperature of the layers inside the dome, the dependence of the temperature of layers of oil and diesel on the time. We obtain the dependence of the heights of oil and diesel in the dome.

Keywords: dome-separator, the oil spill in the shelf, submerged jet, heat flow

В рамках современного научно-технологического прогресса объемы потребления углеводородов приобретают огромные масштабы, что приводит к их уменьшению в рамках материковых месторождений. Однако их истощение способствует поиску новых нетрадиционных способов добычи углеводородов. Одним из наиболее развивающихся инновационных направлений в этой области является разработка газовых и нефтяных месторождений в шельфовой зоне океанов.

Наряду с введением методов разработки таких месторождений немаловажную роль играет проблема разработки качественной и эффективной модели, способствующей ликвидации последствий техногенных аварий, вызванных разработкой шельфа.

Один из возможных вариантов устранения аварий в шельфе рассматривается в этой статье. Схема купола-сепаратора и процесс его установки приводится на рис. 1.

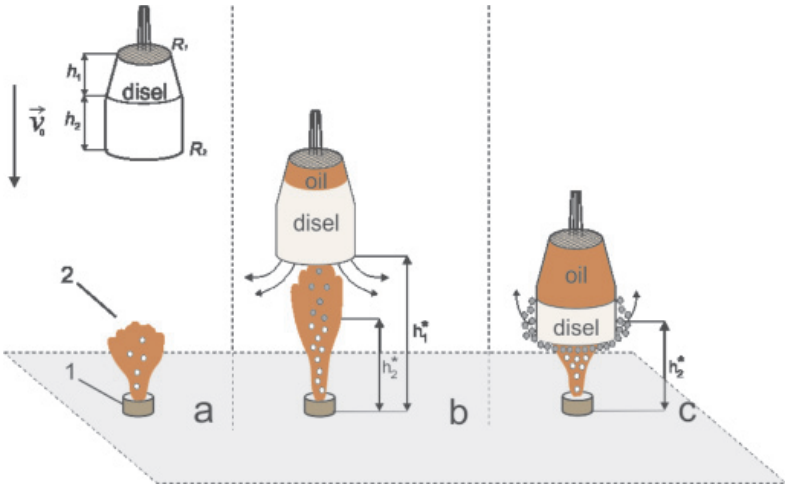


Рис. 1. Процесс установки купола-сепаратора, v_0 – скорость опускания купола, – высота, на которой открывается нижнее основание купола, – характерная высота, выше которой газовые пузырьки покрываются гидратной коркой

Купол имеет следующие размеры: $R_1 = 4$ м – радиус верхнего основания, $R_2 = 12$ м – радиус нижнего основания, $h_1 = 3$ м – высота верхней части купола, $h_2 = 9$ м – высота цилиндрической части купола.

Физическая модель и процесс установки

Пусть на дне океана из скважины вытекают нефть и газ. Будем полагать, что известны теплофизические параметры нефти и газа, окружающей воды, а также объемные дебиты нефти и газа. Установка купола происходит непосредственно над местом утечки углеводородов, в несколько этапов.

Термобарические условия на глубине 1500 м являются идеальными для образования твердых кристаллических веществ – гидратов. Известно, что для конструкций в виде купола газовые гидраты могут придать нежелательную плавучесть, вследствие чего во избежание процесса гидратообразования перед установкой на поверхности океана в купол закачивают теплый дизель. Купол начинают опускать с некоторой постоянной скоростью (рис. 1, a). На расстоянии от дна океана происходит открытие нижнего основания купола, после чего нефть в виде капель начинает накапливаться внутри купола, вытесняя при этом дизель. Будем полагать, что весь объем выбрасываемой из скважины нефти «попадает» в купол. Для определения температуры струи используем соотношение, предложенное в [5]. Отметим, что струей происходит процесс «захвата» воды [1], что будет способствовать понижению температуры в струе и на высоте h_1^*, пузырьки метана начнут покрываться газогидратной коркой. Таким образом, выше некоторой высоты h_2^* (рис. 1, b) пузырьки газа будут превращаться в частицы гидрата, при этом плотность частиц гидрата больше плотности солярки, вследствие чего при установке купола до высоты от дна в купол из струи через дизель будут проникать только капли нефти. Будем полагать, что образующиеся при этом частицы гидрата вместе с потоком воды, вовлекаемой струей, омывают открытое нижнее основание купола. При дальнейшей установке купола, когда нижнее основание купола опускается ниже высоты h_2^*, в купол начинает проникать газ (рис. 1, c). В данной статье рассматриваемый купол зафиксирован на высоте h_1^* так, что в куполе накапливается только нефть. После процесса полного заполнения купола нефтью подключается трубка для откачки нефти.

Температуру в соответствующем сечении струи определяем следующим образом:

$$T = T_w + (T_0 - T_w)V_0/V, \qquad (1)$$

где T_w, T_0 – соответственно температуры окружающей воды и вытекающей из скважины нефти (и газа), V_0 – начальный объемный расход из скважины, $V = \pi w B^2$ – объемный расход, определяется через значение скорости струи $w = \sqrt{M/\pi B^2}$ и её радиуса $B = (3,4\alpha z/B_0 + 1)B_0$, соответствующие координате z; M – удельный импульс, B_0 – начальный радиус [1].

Равновесная температура T^* гидратообразования при давлении 150 атм. составляет 21°C, таким образом, если температура в струе будет равной или ниже данной температуры, пузырьки метана будут покрываться гидратной коркой. Все расчеты в данной статье проводятся для следующих параметров: температура окружающей воды $T_w = 4$°C, объемный расход нефти $V_0^o = 0{,}8$ м^3/ с, начальная температура в устье скважины $T_0 = 80$°C . На рис. 2 приведено распределение струи, из которого видно, что на расстоянии 2,4 м от дна температура струи становится равной T^* и газовые пузырьки превращаются в частицы гидрата.

Накопление нефти в куполе

Первый этап связан с проникновением капель нефти внутрь купола. Этот этап завершается, когда капли нефти достигли верхнего основания купола. Запишем уравнения сохранения масс для нефти и дизеля в куполе. Будем полагать, что нефть, вытекающая из скважины, полностью накапливается в куполе, а дизель «вытесняется» нефтью:

$$\frac{dM_o}{dt} = m_o;$$
$$\frac{dM_d}{dt} = -m_{out};$$
$$m_{out} = V_0^o \cdot \rho_d,$$

где $m_o = V_0^o \rho_o$ – массовый расход нефти; m_{out} – массовый расход «вымещаемого» дизеля.

Скорость всплытия капли нефти определяем из уравнения импульсов в безынерционном приближении:

$$\left(\frac{4}{3}\cdot \pi a_o^3 \rho_d^0 - m_o^{dr}\right) g - f = 0, \qquad (2)$$

где $m_o^{dr} = \frac{4}{3}\cdot \pi a_0^3 \rho_0^o$ – масса капли нефти; g – ускорение свободного падения;

$f = \xi\pi a_o^2 \rho_d^0 w_{od}^2/2$ – сила гидродинамического сопротивления, $w_{od} = w_o$ – относительная скорость капель нефти. Для определения коэффициента гидравлического сопротивления ξ и числа Рейнолдса используем следующие выражения [2]:

$$\xi = \frac{12}{\mathrm{Re}}\left(1 + 0,241\,\mathrm{Re}^{0,687}\right) + 0,42\left(1 + 1,902\cdot 10^4\,\mathrm{Re}^{-1,16}\right)^{-1};$$
$$\mathrm{Re} = \frac{2a_o\rho_d^0 w_{od}}{\mu_d}. \qquad (3)$$

Расчеты скорости производятся при следующих параметрах системы: $\rho_0^o = 650$ кг/м^3, $\rho_d^0 = 850$ кг/м^3, g = 9,8 м/с^2, $a_o = 5\cdot 10^{-3}$ м, $\mu_d = 10^{-3}$ Н·с/м^2.

Уравнение сохранения энергии для капли нефти, которая попадает в купол из струи, имеет вид:

$$\frac{dQ_o^{dr}}{dt} = \alpha S_o^{dr}\left(T_d - T_o^{dr}\right);$$
$$Q_o^{dr} = c_o m_o^{dr} T_o^{dr}, \qquad (4)$$

где $\alpha = \mathrm{Nu}\cdot\lambda_d/(2a_o)$;

$$S^{dr} = 4\pi a_o^2;$$
$$\mathrm{Nu} = 2 + 0,6\cdot\mathrm{Re}^{0,5}\cdot\mathrm{Pr}^{0,33};$$
$$\mathrm{Pr} = \nu_d/\aleph_d.$$

Здесь Nu – число Нуссельта; Pr – число Прандтля; S_o^{dr} – площадь поверхности капли нефти, a_o – радиус капли нефти; $\aleph_d$ – коэффициент температуропроводности дизеля; λ_i, ν_i – соответственно коэффициент теплопроводности и кинематическая вязкость, нижние индексы $i = o, d$ соответствуют нефти и дизелю.

Уравнение сохранения энергии для слоя дизеля имеет вид:

$$\frac{dQ_d}{dt} = -n_o\cdot\alpha_o\cdot S_o^{dr}\left(T_d - T_o\right) - q_{dw}\cdot S_{dw} - \int_0^{z_{od}} 2\pi r\sqrt{1 + r'^2}\,q_s^d\,dz, \qquad (5)$$

где $n_o = \dfrac{V_0^o\cdot t}{V_{dr}}$;

$$q_s^d = \frac{\lambda_p}{\delta}\left(T_d - T_w\right);$$
$$q_{dw} = \frac{\lambda_{dw}}{\delta_{dw}}\mathrm{Nu}_{dw}\left(T_d - T_w\right);$$
$$V^{dr} = \frac{4}{3}\pi a_o^3.$$

Первое слагаемое в (5) – поток тепла от капель нефти, q_{dw} – поток тепла от дизеля в воду через нижнее основание купола; q_{od} – поток тепла от дизеля к нефти; q_s^d – поток, уходящий из слоя дизеля через боковые стенки купола; S^{dr}, S_{dw} – площадь капли нефти и границы раздела фаз нефти и дизеля; λ_p, δ – коэффициент теплопроводности и толщина изолирующей стенки; T_d, T_w – температура дизеля и воды в океане; n – количество капель нефти в слое дизеля.

Решая уравнение (2), с учетом (3) найдем скорость всплытия капли нефти. Скорость всплытия капель нефти при данных параметрах составляет w_o = 0,62 м/с. Профиль температур капель нефти и слоя дизеля приведен на рис. 3. Температура капель нефти, попадающих в теплый дизель, с течением времени растет. При этом температура дизеля незначительно убывает. Капли достигают верхнее основание купола за t_1 = 19,2 с*с*.

Определив скорость всплытия капель нефти, определим время начала накопления слоя нефти в куполе t_1. Заметим, что первая группа капель поднимается на высоту H (к верхнему основанию купола), а последующие партии капель с учетом накопившегося слоя нефти будут подниматься на высоту $H - h_o$, где h_o – толщина слоя нефти.

Второй этап связан с достижением капель нефти верхнего основания купола, которые начинают накапливаться в виде слоя нефти у верхнего основания. Уравнение сохранения массы нефти в слое запишется в виде:

$$\frac{dM_o^{sl}}{dt} = \rho_0^o\cdot V_0^o;$$
$$M_o^{sl} = \int_{z_{od}}^{H}\rho_0^o\pi R^2(z)\,dz, \qquad (6)$$

где z_{od} – координата границы между слоями нефти и дизеля. Координату раздела «нефть–дизель» определим следующим образом:

$$\frac{dz_{od}}{dt} = -\frac{V_0^o}{S(z_{od})}.$$

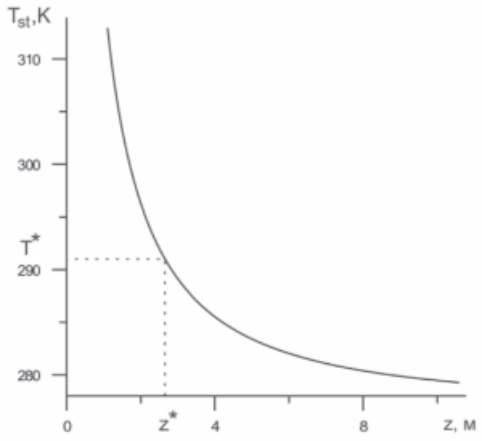


Рис. 2. Зависимость температуры струи от вертикальной координаты

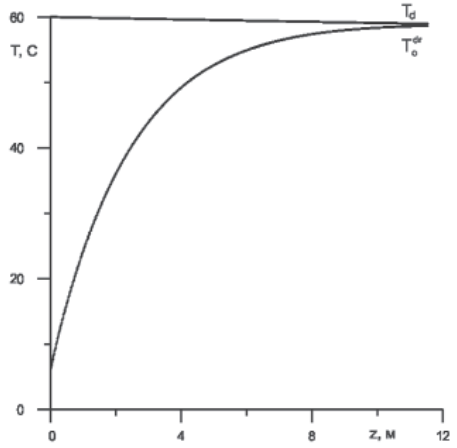


Рис. 3. Температура капли нефти в слое дизеля по вертикальной координате

Запишем уравнение сохранения энергии для слоя нефти, который накапливается у верхнего основания купола

$$\frac{d\left(c_o M_o T_o\right)}{dt} = m_o c_o T_o^+ + q_{od}\cdot S_{od} - \int_{z_{od}}^{H} 2\pi r\sqrt{1+r'^2}\, q_s^o dz. \qquad (7)$$

Здесь первое слагаемое в правой части соответствует потоку тепла, «поступающему» с нефтью через слой дизеля, T_o^+ – температура «поступающей» нефти, она равна температуре капель нефти на высоте z_{od}, т.е. $T_o^+ = T_o^{dr}\left(z_{od}\right)$, второе слагаемое соответствует потоку тепла, поступающему из слоя дизеля, третье слагаемое – поток тепла от слоя нефти через боковые поверхности и верхнее основание купола.

В уравнении сохранения энергии для слоя дизеля (5) добавляется слагаемое, учитывающее теплообмен между слоями нефти и дизеля, тогда уравнение запишется в следующем виде:

$$\frac{d\left(c_d M_d T_d\right)}{dt} = -n_o\cdot\alpha_o\cdot S_o^{dr}\left(T_d - T_o\right) - q_{od}\cdot S_{od} - q_{dw}\cdot S_{dw} - \int_0^{z_{od}} 2\pi r\sqrt{1+r'^2}\, q_s^d dz, \qquad (8)$$

где $n_o = V_o^d / V^{dr}$ количество капель нефти, находящихся в слое дизеля; вычисляется как отношение объема нефти в слое дизеля к объему капли нефти. Представляя V_o^d через объемный расход поступающей в купол нефти, получим

$$n_o = \frac{V_0^o \cdot h_d}{V^{dr} w_o}.$$

Для определения теплового потока q_{dw} будем полагать, что струя углеводородов с «захваченной» в струю водой натекает на слой дизеля снизу купола, тогда, согласно [4], получим:

$$\mathrm{Nu}_{dw} = \begin{cases} 2 < \bar{h} \le 6,\ \mathrm{Nu}_{dw} = 0{,}935\dfrac{\mathrm{Re}_o^{0,5}}{\bar{h}^{0,11}}\left(1 + 0{,}00197\bar{h}^{1,75}\,\mathrm{Re}_o^{0,24}\right)\mathrm{Pr}^{0,24} \\ 6 < \bar{h} \le 16,\ \mathrm{Nu}_{dw} = 3{,}06\dfrac{\mathrm{Re}_o^{0,5}}{\bar{h}^{0,77}}\left(1 + 0{,}0157\bar{h}^{0,66}\,\mathrm{Re}_o^{0,24}\right)\mathrm{Pr}^{0,4} \end{cases},$$

где $\mathrm{Re}_o = \dfrac{w_o d_o}{\nu}$; w_o – скорость на срезе скважины $w_o = \dfrac{V_0}{\pi R^2}$; d_o – диаметр скважины; ν – вязкость воды океана; $\bar{h} = h/d_0$, h – расстояние от устья скважины до дна купола. Тогда тепловой поток от дизеля к воде можем определить следующим образом:

$$q_{dw} = \frac{\lambda_{dw}}{\delta_{dw}}\mathrm{Nu}_{dw}\left(T_d - T_w\right).$$

Тепловой поток q_{od} определим согласно [3], используя схему теплообмена для полуограниченного тела:

$$q_{od} = \alpha\left(T_o - T_d\right)e^{H^2\lambda\tau}\left(1 - erf\left(H\sqrt{\lambda\tau}\right)\right),$$

здесь λ – коэффициент теплопроводности для нефти; H – сумма полутолщин нефти и дизеля; τ– текущее время, $\alpha = \lambda/H$– коэффициент теплообмена.

Преобразование уравнений для численного решения

Приведем уравнения (1)–(5) к удобному для численных расчетов виду. Для наглядности процесса всплытия капли нефти и ее нагрева в дизеле перейдем от переменной t к вертикальной координате z. Уравнение теплопроводности для слоя нефти и слоя дизеля до момента времени $t_1 = 19{,}2c$ (первый этап) запишется в виде:

$$\begin{cases} \dfrac{dT_o}{dz} = \dfrac{\alpha S^{dr}\left(T_d - T_o^{dr}\right) - c_o m_o^{dr} T_o^{dr}}{w_o}, \\ \dfrac{dT_d}{dt} = \dfrac{1}{M_d c_d}\left[-n_o \cdot \alpha_o \cdot S_o^{dr}\left(T_d - T_o\right) - q_{dw} \cdot S_{dw} - \int\limits_0^{z_{od}} 2\pi r\sqrt{1 + r'^2}\, q_s^d\, dz\right]. \end{cases} \tag{9}$$

Для времени $t > t_1$ (второй этап) вид уравнений теплопроводности для слоя дизеля и нефти будет иметь вид:

$$\begin{cases} \dfrac{dz_{od}}{dt} = -\dfrac{V_0^o}{S(z_{od})}, \\ \dfrac{dT_o}{dt} = \dfrac{1}{M_o c_o}\left[m_o c_o T_o^{+} + q_{od} \cdot S_{od} - \int\limits_{z_{od}}^{H} 2\pi r\sqrt{1 + r'^2}\, q_s^o\, dz\right], \\ \dfrac{dT_d}{dt} = \dfrac{1}{M_d c_d}\left[-n_o \cdot \alpha_o \cdot S_o^{dr}\left(T_d - T_o\right) - q_{od} \cdot S_{od} - q_{dw} \cdot S_{dw} - \int\limits_0^{z_{od}} 2\pi r\sqrt{1 + r'^2}\, q_s^d\, dz\right]. \end{cases} \tag{10}$$

Системы уравнения (9) и (10) решаем методом Эйлера. Система (10) решается до момента t_2 – времени заполнения купола нефтью.

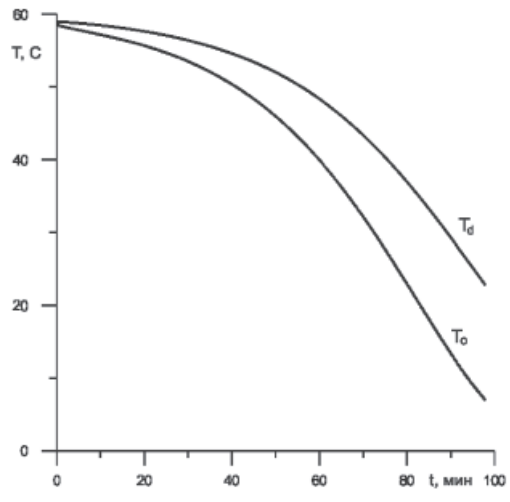


Рис. 4 Зависимость температуры слоев нефти и дизеля от времени

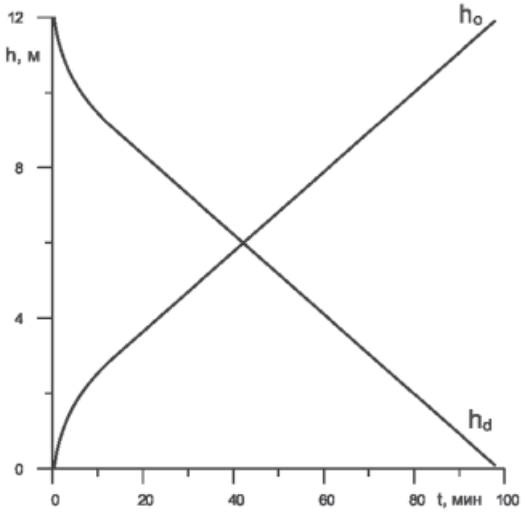


Рис. 5. Зависимость высот слоев от времени

На рис. 4 приведено температурное распределение внутри купола в процессе заполнения купола нефтью. Время полного заполнения купола нефтью составляет $t_2 = 97{,}8$ мин. На рис. 5 представлено изменение высот слоев нефти (h_o) и дизеля (h_d), изменяющихся с течением времени. Видно, что с течением времени слой нефти

растет за счет вновь поступающих капель нефти, при этом слой дизеля убывает, что вызвано принятым допущением, что вся поступающая нефть вытесняет дизель из купола.

Выводы

Разработана математическая модель работы купола-сепаратора и описана его работа на начальном этапе установки. Исследован процесс заполнения купола нефтью, определено время полного заполнения купола нефтью. Получены зависимости температур для слоев нефти и дизеля от времени. Также получены графики зависимости высот каждого слоя от времени.

Список литературы

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 720 с.

2. Химмичекая гидродинамика: справочное пособие / А.М. Кутепов, А.Д. Полянин, З.Д. Запрянов, А.В. Вязьмин, Д.А. Казенин. – М.: Квантум, 1996. – 336 с.

3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.:Высш. школа, 1966. – 600 с.

4. Юдаев Б.Н. Теплопередача: учебник для втузов. – М.: Высш. школа, 1973. – 360 с.

5. Lee J.H.W., Chu V.H. Turbulent jets and plumes: a Lagrangian approach. – Kluwer, 2003. – 390 p.

References

1. Abramovich G.N. Teoriya turbulentnykh struy. M.: EKOLIT, 2011. 720 p.

2. Kutepov A.M., Polyanin A.D., Zapryanov Z.D., Vyazmin A.V., Kazenin D.A. Khimmichekaya gidrodinamika: spravochnoye posobiye. M.: Kvantum, 1996. 336 p.

3. Lykov A.V. Teoriya teploprovodnosti. M.: Vyssh. shkola, 1966. 600 p.

4. Yudayev B.N. Teploperedacha: uchebnik dlya vtuzov. M.:Vyssh. shkola, 1973. 360 p.

5. Lee J.H.W., Chu V.H. Turbulent jets and plumes: a Lagrangian approach. Kluwer, 2003. 390 p.

Рецензенты:

Гималтдинов И.К., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика и механика» Стерлитамакского филиала ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак;

Биккулова Н.Н., д.ф.-м.н., профессор, заведующая кафедрой «Общая физика» Стерлитамакского филиала ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

ДК 07623615.00014.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ДИСКРЕТИЗАЦИИ КОНВЕКТИВНОГО ПОТОКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ОТСОЕДИНЕННЫХ ВИХРЕЙ

Козелков А.С., Курулин В.В., Тятюшкина Е.С., Пучкова О.Л., Лашкин С.В.
ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров, e-mail: askozelkov@mail.ru

В статье исследуются диссипативные свойства схем дискретизации конвективных потоков, проводится калибровка эмпирических констант моделей семейства DES. Рассматриваются DES модели на основе трех базовых RANS моделей: SA, k-ε, SST. В качестве схем дискретизации рассматриваются наиболее распространенные конечно-объемные схемы, которые могут быть реализованы на базе неструктурированной сетки, состоящей из многогранников произвольной формы. В общей сложности рассмотрено 8 схем, включая гибридные схемы и схемы семейства NVD. В работе приводится оценка эффективности каждой схемы. Для всех DES моделей проводится калибровка значений эмпирических констант, которые совместно с рассматриваемыми схемами дискретизации обеспечивают корректное применение метода отсоединенных вихрей при моделировании вязких несжимаемых турбулентных течений. Проверка работы подсеточной модели DES с каждым набором констант осуществляется путем расчета задачи о развитом турбулентном течении в плоском канале.

Ключевые слова: уравнения Навье–Стокса, осреднение по Рейнольдсу, метод отсоединенных вихрей, схемы дискретизации конвективного слагаемого, изотропная турбулентность

CONVECTIVE FLUX DISCRETIZATION SCHEMES FOR DETACHED EDDY SIMULATIONS OF VISCOUS INCOMPRESSIBLE TURBULENT FLOW

Kozelkov A.S., Kurulin V.V., Tyatyushkina E.S., Puchkova O.L., Lashkin S.V.
FSUE RFNC-VNIIEF, Sarov, e-mail: askozelkov@mail.ru

The paper explores the dissipative properties of convective flux discretization schemes and calibrates the empirical constants of Detached Eddy Simulation (DES) models. DES models based on three basic RANS models: SA, k-ε, and SST are being examined. The discretization suggested includes the most commonly used finite volume schemes that can be implemented based on unstructured grids composed of arbitrary-shape polyhedrons. In total 8 schemes considered, including hybrid and NVD schemes. In the paper efficiency analysis for each of the chosen schemes has been presented. For each DES model optimal values of empirical constants, which, together with the discretization schemes of interest, enable correct application of the DES method for viscous incompressible turbulent flow simulations are given. Functional verification of the subgrid DES model with each set of constants is carried out by calculation of the developed turbulent flow in the plain channel.

Keywords: Navier-Stokes equations, Detached Eddy Simulation, discretization schemes of convection term, isotropic turbulence

В модели DES (Detached Eddy Simulation) область развитого турбулентного течения содержит вихревые структуры различных масштабов, свойства которых зависят от предыстории потока [1, 4]. В DES модели это LES (Large Eddy Simulation) область, непосредственно влияющая на течение в окрестности тела, для разрешения которой требуется качественная сетка. Ячейки сетки здесь должны быть наиболее близки к правильным шестигранникам, поскольку величина характерного размера фильтра является максимальным значением размера счетной ячейки, который должен быть достаточен для разрешения наиболее энергонесущих вихрей [13].

Для правильного разрешения необходимых турбулентных пульсаций в этой области должна использоваться устойчивая и наименее диссипативная схема дискретизации конвективных потоков. В настоящее время практика применения DES моделей в большей своей части сводится к расчетам на многоблочных структурированных сетках с применением схем высокого порядка точности вплоть до седьмого [4]. Построение многоблочных сеток в промышленных конструкциях сложной конфигурации крайне неэффективно [11], а использование схем повышенного порядка точности сильно ограничено ввиду неустойчивого итерационного процесса и большой вычислительной нагрузки. С другой стороны, использование неструктурированной сетки приводит к ряду трудностей, одна из которых заключается в том, что на неструктурированной сетке заметно сужается круг доступных схем для дискретизации конвективных потоков.

Исследование применимости основных схем дискретизации конвективных потоков для DES на неструктурированных сетках можно найти в работах [13, 15]. В работе [15] проводится исследование диссипативных свойств центрально-разностных и противопоточных схем второго порядка на шестигранных и тетраэдральных сетках. На основе анализа полученных результатов делается вывод, что на сетках такого типа нужно использовать схему, основанную на

центрально-разностной с использованием искусственной вязкости. Показано, что данная схема приводит к достаточно хорошим результатам при использовании гексагональных сеток. В работе [13] описывается центрально-разностная схема с автоматическим смешением с противопоточной схемой. Фактор смешения строится таким образом, что центрально-разностная схема включается в тех областях, где она наиболее устойчива и необходима для точного разрешения крупномасштабных вихревых структур. В пристеночной области, а также в области, свободной от отрывных вихрей, используется противопоточная схема первого порядка.

Для моделирования турбулентных течений с помощью DES представляется перспективным использование схем семейства NVD. В работе [14] описываются основные представители схем класса NVD (Normalized Variable Diagram), которые ограничиваются с использованием критерия локальной ограниченности (CBC) [7]. В [9] дано обобщение схем NVD на случай использования неструктурированных сеток. Согласно [9] ограничение по критерию CBC гарантирует монотонность схемы, однако вносит дополнительную диффузию. К сожалению, работ по оценке величины вносимой диффузии и исследований применимости данного класса схем для расчета турбулентных течений методом DES найти не удалось, хотя это наиболее важный критерий для применимости схем для DES моделирования. Отметим здесь, что в большинстве работ практически не уделяется внимания используемым численным схемам и их применимости для использования совместно с моделью DES. Кроме того, для используемых численных методов не приводится значения констант модели DES для применяемых схем, тогда как численная реализация и вид схемы, используемой для аппроксимации уравнений, оказывает существенное влияние на значения констант модели DES [15], которые могут отличаться в несколько раз.

В настоящей работе проводится исследование применимости существующих схем аппроксимации конвективных потоков для DES моделирования, которые могут быть реализованы на неструктурированных сетках, состоящих из многогранников произвольной формы [6, 8]. В данной работе в RANS (Reynolds Averaged Navier Stocks) области DES, используются модели имеющие «наивысший рейтинг» применимости при решении прикладных задач: k-e, SST, SA [1]. Калибровка и оценка диссипативности каждой из схем, представленных в работе, осуществляется на решении задачи о вырождении однородной изотропной турбулентности и на задаче развитого турбулентного течения в канале.

Моделирование турбулентности с использованием DES моделей

В рамках подхода DES в RANS и LES областях используется одна базовая модель турбулентности, которая функционирует как RANS модель внутри пристеночного пограничного слоя и как ее подсеточная версия вдали от твердых стенок. Модель турбулентности RANS, на основе которой строится модель DES, может быть преобразована в подсеточную модель для LES путем замены линейного масштаба турбулентности l_{rans} на гибридный линейный масштаб [4]:

$$l_{des} = \min (l_{rans}, C_{des}\Delta), \qquad (1)$$

где C_{des} – дополнительная константа модели, аналогичная константе Смагоринского; Δ – максимальный размер ячейки по всем направлениям. В зависимости от соотношения линейных масштабов RANS и LES модель DES функционирует либо как базовая RANS модель, либо как ее подсеточная версия. В результате в областях потока, в которых используемая сетка является слишком грубой и непригодна для численного разрешения турбулентных структур, DES функционирует как RANS, а в областях с достаточно мелкой сеткой – как подсеточная модель LES.

В данной работе в качестве базовой RANS модели используются три модели: SST Ментера, SA, k–ε [1]. В формулировке каждой из них можно выделить линейный масштаб турбулентности:

$$l_{k-\varepsilon} = \frac{k^{3/2}}{\varepsilon} l_{SST} = \frac{k^{1/2}}{0{,}09 \cdot \omega} l_{SA} = d_w, \qquad (2)$$

где d_w – расстояние до твердой поверхности.

В формулировку DES-k-e и DES-SA входит по одной эмпирической константе: $C_{des} = C_{k-\varepsilon}$, $C_{des} = \mathbf{C}_{SA}$. Модель SST представляет собой комбинацию $k-\boldsymbol{\varepsilon}$ и $k-\boldsymbol{\omega}$ моделей, поэтому в DES-SST входят уже не одна, а две эмпирические константы $C_{SST_k\omega}$ и $C_{SST_k\varepsilon}$:

$$\mathrm{C}_{des} = F_1 C_{SST_k\omega} + (1 - F_1) C_{SST_k\varepsilon}, \qquad (3)$$

где F_1 – функция из формулировки модели SST.

При DES моделировании в тех областях, где работает подсеточная модель LES, диссипативные свойства схемы, используемой для дискретизации конвективного слагаемого, напрямую влияют на оптимальное

значение констант, поэтому для каждого отдельного численного метода константы $C_{k-\varepsilon}$, C_{SA}, $C_{SST_k\omega}$, $C_{SST_k\varepsilon}$ нуждаются в калибровке.

Схемы дискретизации конвективного потока

Выбор оптимальной схемы дискретизации для конвективных потоков – одна из основных проблем при моделировании течений с помощью моделей DES. Схема должна с одной стороны иметь малую диссипацию, т.е. порождать как можно меньше численной диффузии, с другой стороны, она должна обеспечивать стабильный счет на произвольной неструктурированной сетке. Требование малой численной диффузии проистекает из того факта, что при DES моделировании в основной области, где присутствуют вихревые структуры, используется модель LES, и для правильно описания эволюции данных структур необходимо, чтобы численная диффузия схемы была меньше, чем диффузия, которая обеспечивается подсеточной вязкостью модели LES.

Среди большого количества схем дискретизации, можно выделить несколько наиболее часто используемых схем. В данной работе проводится анализ применимости для DES моделирования следующих схем:

- противопоточная схема с линейной интерполяцией (LUD);
- схема QUICK;
- центрально-разностная схема (CD);
- центрально-разностная схема с линейной реконструкцией (CDW);
- схемы семейства NVD;
- гибридные схемы (вышеперечисленные схемы, смешанные с противопоточной схемой для увеличения монотонности).

Схема LUD – противопоточная схема с использованием реконструкции величины на грань с линейной интерполяцией [1, 8]. Схемы CD и CDW – наименее диссипативные схемы, однако они неустойчивы [1, 10], и при наличии больших градиентов их использование приводит к осцилляциям в поле решения. Схема QUICK [10] является схемой смешанного типа, она сочетает в себе противопоточную схему первого порядка совместно с градиентной поправкой и схему CD. Такой подход позволяет убирать диссипативные ошибки первого порядка и подавлять осцилляции второго порядка. Схемы семейства NVD основаны на использовании диаграмм нормализованной переменной и критерия ограниченности СВС [7]. В своей изначальной форме построение функции нормализованной переменной основано на использовании структурированной сетки. Наиболее удобным обобщением схем NVD на произвольные неструктурированные сетки рассмотрено в работе [9], там же предложена сама схема семейства NVD – схема GAMMA. Схема GAMMA имеет в основе своей схему CD, но использует функцию нормализованной переменной для применения критерия ограниченности СВС. Схема GAMMA более диссипативна, чем CD, однако приводит к ограниченному решению искомой величины. Также схема имеет один свободный параметр, который определяет вклад противопоточной составляющей в результирующее значение величины на грани и в конечном счете влияет на быстроту сходимости.

Гибридные схемы представляют собой линейную комбинацию схемы высокого и низкого порядков [8], что приводит к увеличению монотонности решения. Гибридную схему, например, для схемы CD и противопоточной схемы UD, можно записать следующим образом:

$$\varphi_{F,gibr} = \gamma\varphi_{F,CD} + (1-\gamma)\varphi_{F,ud}, \qquad (4)$$

где γ – коэффициент смешения. В настоящей работе рассматриваются гибридная схема на основе CD и UD, и схема на основе CDW и LUD, с постоянным коэффициентом смешения $\gamma = 0{,}9$.

Оценка диссипативности схем и калибровка констант DES модели

Оценка диссипативности схем проводится путем решения задачи о вырождении однородной изотропной турбулентности [5]. Однородная изотропная турбулентность – достаточно редко реализующееся в природе явление, но его моделирование помогает с хорошей точностью узнать насколько диссипативна та или иная схема дискретизации конвективных потоков. По диссипативности можно оценить пригодность каждой схемы для DES расчетов в области, где функционирует подсеточная модель LES.

Для всех расчетов настоящей работы используется пакет программ ЛОГОС – российский продукт инженерного анализа, предназначенный для решения сопряженных трехмерных задач конвективного тепломассопереноса, аэродинамики и гидродинамики на параллельных ЭВМ [2, 3]. Для численного решения задач течения вязкой несжимаемой жидкости, представленных в данной работе, используется метод SIMPLE, основанный на процедуре расщепления полной системы уравнений Навье–Стокса с итерационной процедурой коррекции давления [1, 8].

Моделирование задачи проводится в расчетной области размером $2\pi\times2\pi\times2\pi$

с количеством ячеек 64×64×64 по всем трем направления соответственно. По всем трем пространственным координатам используется периодическое граничное условие. По заданному начальному энергетическому спектру формируется случайное поле скоростей, которое используется в качестве начального условия. Далее производится нестационарный расчет задачи до момента времени 0,87 секунд, после чего результаты сохраняются и переводятся обратно в энергетический спектр, который сравнивается с экспериментальными данными [5]. По поведению кривой энергетического спектра можно судить о качестве каждой схемы – занижение энергии в том или ином интервале говорит о ее диссипативности.

Для сравнения схем по уровню численной диссипации наиболее удобно использовать модель с одной константной, чтобы избежать большого количества вариантов расчетов. В данной работе для сравнения схем по уровню диссипативности использовалась модель турбулентности DES-SA с двумя значениями константы: рекомендованное значение для центрально разностных схем $C_{SA} = 0{,}62$ [15] и значение на порядок меньшее $C_{SA} = 0{,}062$, которое взято для того, чтобы оценить позволит ли резкое уменьшение подсеточной вязкости добиться правильного описания энергетического спектра для схем, имеющих большую численную диссипацию.

Для дискретизации по времени используется схема Кранка–Николсона, шаг по времени соответствует числу Куранта $CFL = 1$. На каждом шаге по времени проводится 10 внутренних итераций решателя, что обеспечивает сходимость невязок основных физических величин до $\delta = 1 \cdot 10^{-8}$ по норме L1.

На рис. 1 представлены результаты расчета задачи для схем LUD, QUICK, GAMMA для $C_{SA} = 0{,}62$ и $C_{SA} = 0{,}062$. Данные схемы достаточно диссипативны, и в области высоких частот при любых значениях константы наблюдается занижение энергии пульсаций. Даже снижение на порядок значения C_{SA}, а, следовательно, и подсеточной вязкости, не приводит к правильной картине. Это означает, что даже на шестигранной сетке в области эволюции вихревых структур данные схемы будут неправильно описывать процесс каскадной передачи энергии от крупных вихрей к мелким и для DES моделирования они, вообще говоря, не пригодны.

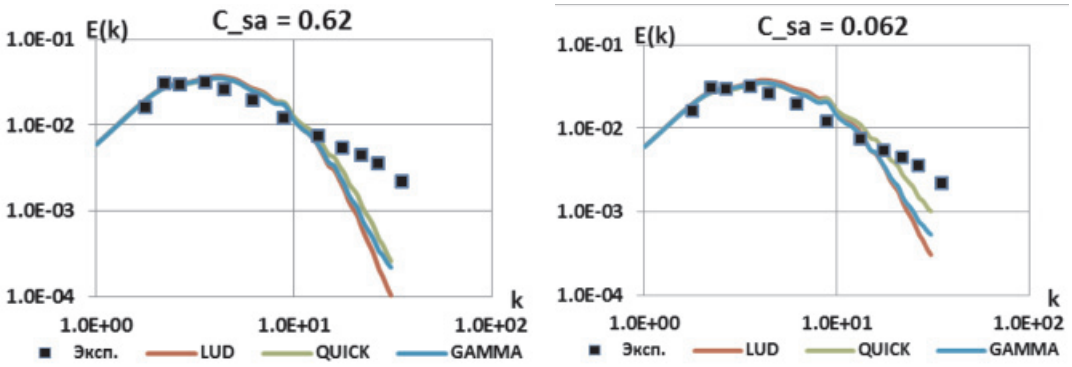


Рис. 1. Энергетические спектры, схемы LUD, QUICK, SOU, GAMMA

На рис. 2 представлены результаты для схем CD, CDW, а также для двух гибридных схем: на основе CD и UD с $\gamma = 0{,}9$ (обозначим 0,9CD + 0,1UD) и на основе CDW и LUD с $\gamma = 0{,}9$ (обозначим 0,9CDW + 0,1LUD). Данные схемы удовлетворяют требованию по уровню численной диссипации, поскольку при $C_{SA} = 0{,}062$ у всех схем наблюдается завышение энергетического спектра в области низких частот. Это означает, что путем увеличения константы C_{SA}, а, следовательно, и уровня подсеточной вязкости, можно добиться правильного описания процесса затухания изотропной турбулентности.

Таким образом, среди рассмотренных схем дискретизации для DES моделирования в области LES пригодны лишь четыре из них: CD, CDW, 0,9CD + 0,1UD, 0,9CDW + 0,1LUD. Данные схемы имеют приемлемый уровень диссипации и для них можно определить уровень подсеточной вязкости, который обеспечит правильное описание эволюции вихревых структур.

Для выбранных схем проведем калибровку констант всех рассматриваемых моделей DES. Калибровка констант DES моделей проводится путем решения той же задачи о вырождении однородной изотропной турбулентности с варьированием значений констант. На рис. 3 показаны результаты расчета с константами, значение которых обеспечило наилучшее совпадение результирующего спектра с экспериментальным [5].

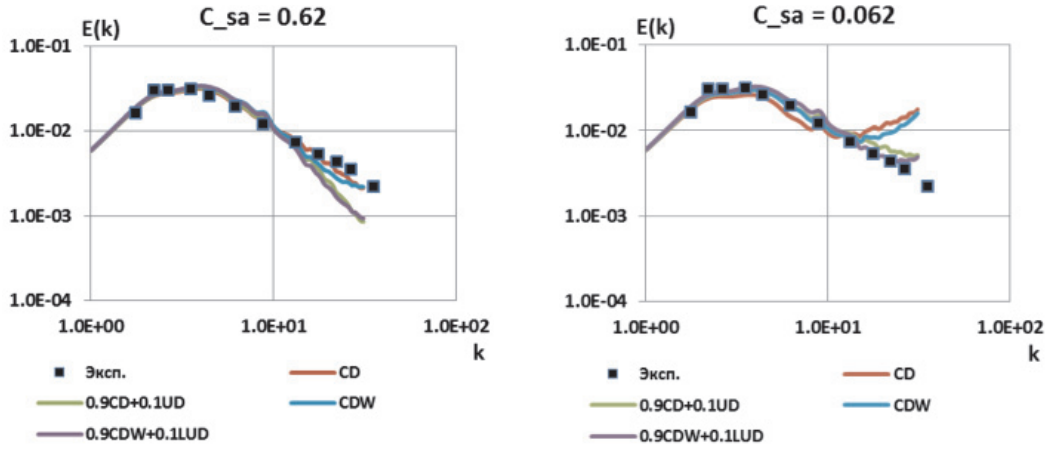


Рис. 2. Энергетические спектры, схемы CD, CDW, гибридные

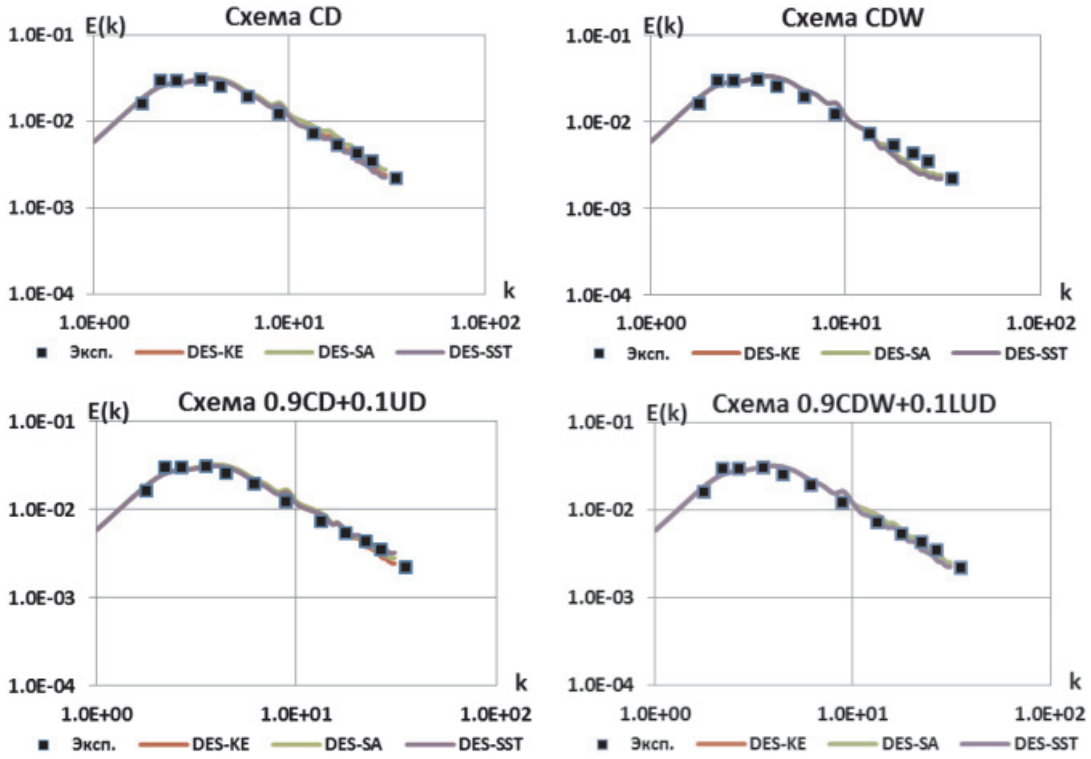


Рис. 3. Энергетические спектры, калибровка моделей DES

Результирующие оптимальные значения констант для каждой модели DES и для каждой рассматриваемой схемы приведены в таблице.

Оптимальные значения эмпирических констант

	CD	CDW	0,9CD + 0,1UD	0,9CDW + 0,1LUD
$C_{k-\varepsilon}$	1,20	1,18	0,61	0,60
C_{SA}	0,62	0,60	0,33	0,31
$C_{SST_k\omega}$	0,78	0,72	0,39	0,38
$C_{SST_k\varepsilon}$	0,61	0,58	0,31	0,30

Далее, на примере расчета турбулентного течения в плоском канале, будет показано, что использование полученных наборов констант для каждой схемы обеспечивает правильное описание эволюции вихревых структур в области, где при DES моделировании работает подсеточная модель LES.

Расчет развитого турбулентного течения в канале

В задаче рассматривается развитое течение несжимаемой жидкости в плоском канале с высотой 1 м при числе Рейнольдса, построенном по высоте канала и динамической скорости, равном $Re_\tau = 800$, что соответствует условиям, при которых в работе [12] выполнен DNS расчет данного течения.

Расчетная сетка содержит сгущения к областям твердых поверхностей. Общее количество ячеек составляет 1,2 млн. На твердых стенках компоненты скорости, турбулентная вязкость и кинетическая энергия турбулентности полагаются равными нулю. На остальных границах для всех переменных используется условие периодичности. Для того чтобы обеспечить движение, в уравнение переноса продольной составляющей импульса вводится дополнительный член, равный градиенту давления при установившемся течении в канале: Па/м.

Для определения осредненных характеристик течения вначале выполнялся нестационарный расчет до выхода решения на статистически установившийся режим. Далее расчет продолжался с вычислением осредненной горизонтальной скорости и осредненных компонент тензора турбулентных пульсаций.

В качестве модели турбулентности использовались три модели DES (DES-ke, DES-SA, DES-SST) с различными схемами дискретизации конвективных слагаемых в уравнениях переноса импульса и соответствующими наборами констант из таблицы.

На рис. 4–5 представлены профили средней скорости и разрешенных компонент тензора напряжений Рейнольдса для каждой схемы в сравнении с результатами, полученными при DNS расчете [12].

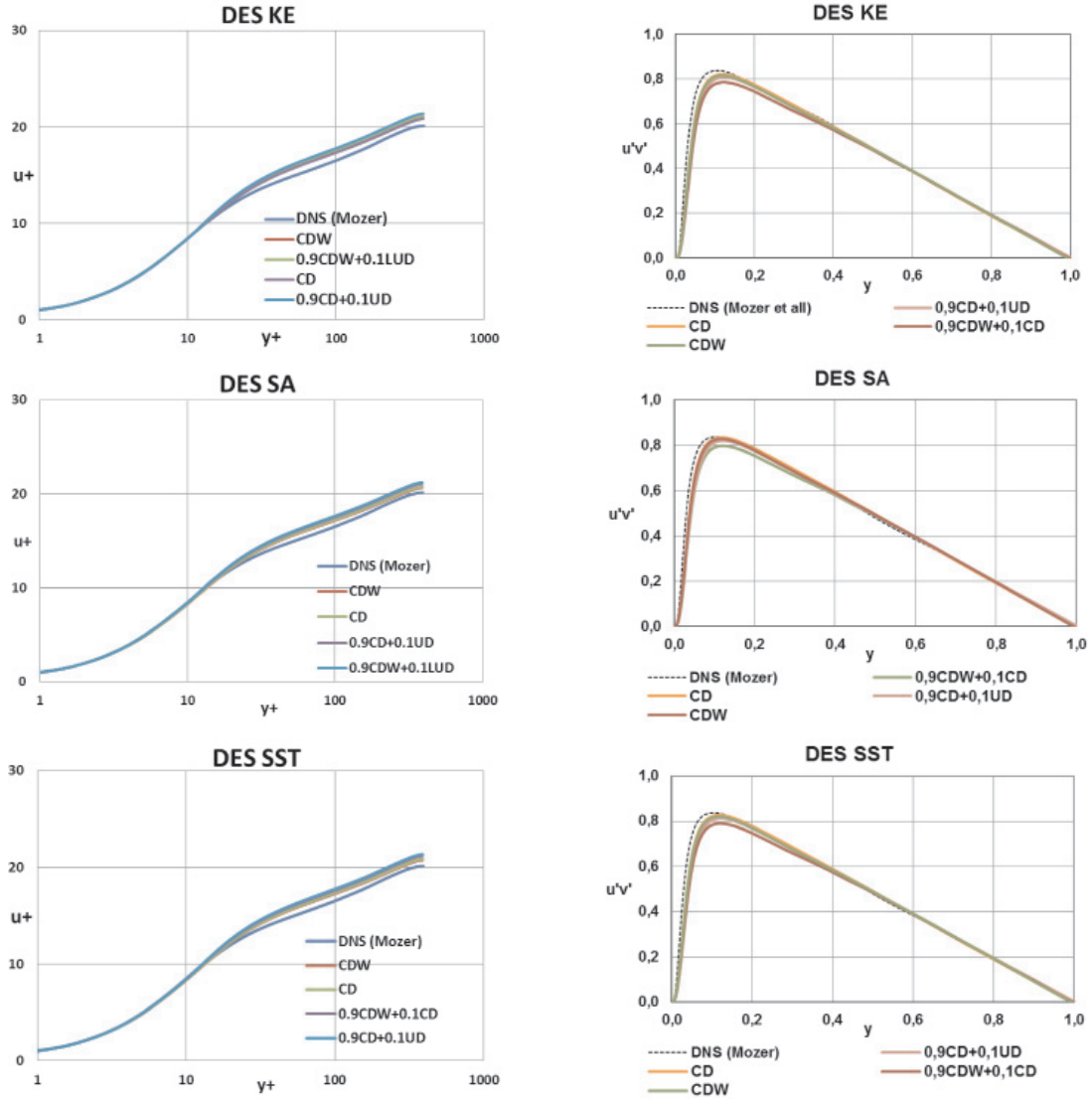


Рис. 4. Профиль скорости и профиль разрешенных напряжений Рейнольдса

По осредненному профилю скорости и профилю разрешенных напряжений Рейнольдса получено хорошее согласие с DNS расчетами. Также наблюдается хорошее согласие результатов, полученных при использовании разных схем дискретизации. Таким образом, по результатам можно сделать вывод, что при использовании разных схем дискретизации с соответствующим набором констант, полученных ранее, описание эволюции вихревых структур производится корректно.

Заключение

В статье исследована применимость различных схем дискретизации конвективного слагаемого уравнений Навье–Стокса при моделировании турбулентных течений методом отсоединенных вихрей. Для каждой исследуемой схемы определен уровень численной диссипации и сделан вывод о ее эффективности для расчета эволюции вихревых структур в области, где при DES моделировании используется подсеточная модель LES.

Исследование показало, что среди рассмотренных схем приемлемый уровень численной диссипации могут обеспечить только четыре схемы: CD, CDW, гибридные 0,9CD + 0,1UD и 0,9CDW + 0,1LUD. Для них были откалиброваны эмпирические константы трех моделей DES: DES-k-e, DES-SA, DES-SST.

В результате численных расчетов было получено в общем числе 12 наборов эмпирических констант для соответствующих моделей и схем, использование которых обеспечивает правильное описание эволюции вихревых структур при DES моделировании. На примере задачи о развитом турбулентном течении в канале показано, что использование полученных наборов констант с разными схемами дискретизации дает похожие результаты, которые хорошо согласуются с результатами DNS расчетов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (государственный контракт № 14.514.12.0002) и частично при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 13-07-12079.

Список литературы

1. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. – М.: Физматлит, 2008.

2. Применение отечественных суперкомпьютерных технологий для создания перспективных образцов авиационной техники / М.А. Погосян, Е.П. Савельских, Р.М. Шагалиев, А.С. Козелков, Д.Ю. Стрелец, А.А. Рябов, А.В. Корнев, Ю.Н. Дерюгин, В.Ф. Спиридонов, К.Б. Циберев // ВАНТ, сер. Математическое моделирование физических процессов. – 2013. – Вып. 2. – С. 3–18.

3. Отечественный суперкомпьютерные технологии в авиационной промышленности / М.А. Погосян, Е.П. Савельских, Д.Ю. Стрелец, А.В. Корнев // Наука и технологии в промышленности. – 2012. – № 2. – С. 26–35.

4. Стрелец М.Х., Травин А.К., Шур М.Л. Применение метода моделирования отсоединенных вихрей для расчета гидродинамики и теплообмена в отрывных турбулентных потоках // Труды 3-ей Российской конференции по теплообмену. – 2002.

5. Comte-Bellot G., Corrsin S. Simple Eulerian time correlation of full- and narrowband velocity signals in grid-generated «isotropic» turbulence // Journal of Fluid Mechanics. – 1971. – Vol. 48. – P. 273-337.

6. Ferziger J.H., Peric M. Computational Method for Fluid Dynamics // Springer-Verlag. – New York, 2002.

7. Gaskell P.H. Curvature-compensated convective-transport – SMART, A new boundedness-preserving transport algorithm. // Int. J. Numer.Methods Fluids. – 1988. – Vol. 8. – P. 617–641.

8. Jasak H. Error Analysis and Estimation for the finite volume method with applications to fluid flows. Thesis submitted for the degree of doctor // Department of Mechanical Engineering, Imperial College of Science. – 1996.

9. Jasak H., Weller H.G., Gosman A.D. High resolution NVD differencing scheme for arbitrarily unstructured meshes // International journal for numerical methods in fluids. – 1999. – Vol. 31. – P. 431–449.

10. Leonard B.P. A stable and accurate convective modeling procedure based on quadratic upstream interpolation // Comput. Methods Appl.Mech/Eng. – 1979. – Vol. 19. – P. 59–98.

11. Morgut M., Nobile E. Influence of grid type and turbulence model on the numerical prediction of the flow around marine propellers working in uniform inflow // Ocean Engineering. – 2012. – Vol. 42. – P. 26–34.

12. Mozer D., Kim J. & Mansour N. N. DNS of Turbulent Channel Flow // Phys. Fluids. – 1999. – Vol. 11. – P. 943–945.

13. Strelets M. Detached Eddy Simulation of Massively Separated Flows // AIAA Paper 2001-0879, 39th Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV. – 2001.

14. Ubbink O. Numerical prediction of two fluid systems with sharp interfaces // Department of Mechanical Engineering Imperial College of Science, Technology & Medicine. – 1997.

15. Weinman K. A., Valentino M. Comparison of Hybrid RANS-LES Calculations within the Framework of Compressible and Incompressible Unstructured Solvers // Progress in Hybrid RANS-LES Modelling. – 2010. – P. 329–338.

References

1. Volkov K.N., Emel'yanov V.N. *Modelirovanie krupnyh vihrei v raschetah turbulentnyh techenii* [Large-eddy simulation for calculations turbulent flow], Moscow, Fizmatlit, 2008.

2. Pogosyan M.A., Savel'skih E.P., Shagaliev R.M., Kozelkov A.S, Strelec D.Yu.,Ryabov A.A., Kornev A.V., Deryugin Yu.N., Spiridonov V.F., Ciberev K.B. Primenenie otechestvennyh superkomp'ternyh tehnologii dlya sozdaniya perspektivnyh obrazcov aviacionnoi tehniki, *Matematicheskoe modelirovanie fizicheskih processov*, «Application of the domestic supercompution technology to the development advanced models of aeronautical technique» 2013, Vol. 2, pp. 3–18

3. Pogosyan M.A., Savel'skih E.P., Strelec D.Yu., Kornev A.V. Otechestvennyi superkomp'yuternye tehnologii v aviacionnoi promyshlennosti, *Nauka i tehnologii v promyshlennosti,* «Domestic supercomputer technology in the aircraft industry», 2012, vol.2, pp. 26–35.

4. Strelec M.H., Travin A.K., Shur M.L. *Primenenie metoda modelirovaniya otsoedinennyh vihrei dlya rascheta gidrodinamiki i teploobmena v otryvnyh turbulentnyh potokah Trudy 3-ei Rossiiskoi konferencii po teploobmenu*, «Application of the

Detached Eddy Simulation method for calculation hydrodynamics and heat transfer in separated turbulent flow», 2002.

5. Comte-Bellot G., Corrsin S. Simple Eulerian time correlation of full- and narrowband velocity signals in grid-generated "isotropic" turbulence*, Journal of Fluid Mechanics*, 1971, Vol. 48, pp. 273–337.

6. Ferziger J.H., Peric M. *Computational Method for Fluid Dynamics*, Springer-Verlag, New York, 2002.

7. Gaskell P.H. *Curvature-compensated convective-transport – SMART, A new boundedness-preserving transport algorithm*, Int. J. Numer.Methods Fluids, 1988, Vol. 8, pp. 617–641.

8. Jasak H. *Error Analysis and Estimation for the finite volume method with applications to fluid flows. Thesis submitted for the degree of doctor,* Department of Mechanical Engineering, Imperial College of Science, 1996.

9. Jasak H., Weller H.G., Gosman A.D. *High resolution NVD differencing scheme for arbitrarily unstructured meshes*, International journal for numerical methods in fluids, 1999, Vol. 31, pp. 431–449.

10. Leonard B.P. A stable and accurate convective modeling procedure based on quadratic upstream interpolation, *Comput. Methods Appl.Mech/Eng*., 1979, Vol .19, pp. 59–98.

11. Morgut M., Nobile E. Influence of grid type and turbulence model on the numerical prediction of the flow around marine propellers working in uniform inflow, *Ocean Engineering*, 2012, Vol. 42, pp. 26–34.

12. Mozer D., Kim J. & Mansour N. N. DNS of Turbulent Channel Flow, *Phys. Fluids*, 1999, Vol. 11, pp. 943–945.

13. Strelets M. Detached Eddy Simulation of Massively Separated Flows, *AIAA Paper* 2001-0879, *39th Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno*, NV, 2001.

14. Ubbink O. *Numerical prediction of two fluid systems with sharp interfaces*, Department of Mechanical Engineering Imperial College of Science, Technology & Medicine, 1997.

15. Weinman K. A., Valentino M. Comparison of Hybrid RANS-LES Calculations within the Framework of Compressible and Incompressible Unstructured Solvers, *Progress in Hybrid RANS-LES Modelling*, 2010, pp. 329–338.

Рецензенты:

Дерюгин Ю.Н., д.ф.-м.н., начальник отдела, ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ, г. Саров;

Куркин А.А., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 544.461

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ОБЪЕМНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЛЕПЕСТКОВОГО ПСЕВДОБЕМИТА

Бакина О.В., Глазкова Е.А., Сваровская Н.В., Ложкомоев А.С., Лернер М.И., Хоробрая Е.Г., Первиков А.В., Тимофеев С.С.

[1]ФГОБУН «Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук», Томск, e-mail: aov862@sibmail.com

Взаимодействием с водой при 60°С многокомпонентных электровзрывных порошков Al/AlN/Zn, Al/AlN/Cu получены новые сложные объемные пористые наноструктурные адсорбенты с высокой антимикробной активностью. Методом непрерывной регистрации pH реакционной среды исследованы закономерности превращения нанопорошков и показано, что кривые изменения pH имеют типичную для топохимических процессов S-образную форму. Установлено, что продукты превращения Al/AlN/Cu состоят из наночастиц меди и ее соединений, окруженных нанолепестками псевдобемита, в то время как продукты превращения Al/AlN/Zn состоят из агломератов нанолепестков псевдобемита и пластинок оксида цинка. Синтезированные наноструктуры обладают высокой антимикробной активностью по отношению к тест-организмам E. coli. Более выраженную антимикробную активность проявляют продукты превращения Al/AlN/Cu, бактерицидное действие которых отмечается через 1 час контакта бактериальной суспензии с образцом, тогда как для продуктов превращения Al/AlN/Zn гибель 99,9% микроорганизмов наблюдается через 3 часа экспозиции.

Ключевые слова: многокомпонентные наночастицы, антимикробная активность, псевдобемит, биометаллы

DEVELOPMENT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY RESEARCH OF 3D-NANOSTRUCTURED ADSORBENTS BASED ON PSEUDOBOEHMITE NANOPETALS

Bakina O.V., Glazkova E.A., Svarovskaya N.V., Lozhkomoev A.S., Lerner M.I., Chorobraya E.G., Pervikov A.V., Timofeev S.S.

Institute of Strength Physics and Materials Science of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (ISPMS SB RAS), Tomsk, e-mail: aov862@sibmail.com.

By reaction of multicomponent electroexplosion powders Al/AlN/Zn, Al/AlN/Cu with water at 60 °C, new complex three-dimensional porous nanostructured adsorbents with high antimicrobial activity were obtained. By method for the continuous recording of the pH of the reaction medium, patterns of nanopowders transformation were studied. Curves of pH changes had an S-shape typical of topochemical processes. It was found that the reaction products of Al/AlN/Cu consist of nanoparticles of copper and its compounds, surrounded by pseudoboehmite nanopetals, whereas the reaction products of Al/AlN/Zn consist of agglomerates of pseudoboehmite nanopetals and zinc oxide plates. Synthesized nanostructures had a high antimicrobial activity against the test organisms of E. coli. Reaction products of Al/AlN/Cu had the most antimicrobial activity. Their bactericidal effect was noted after 1-hour contact of a bacterial suspension with a sample. For the reaction products of Al/AlN/Zn destruction of 99,9% of microorganisms after 3 hours of exposure was observed.

Keywords: multi-component nanoparticles, antimicrobial activity, pseudoboehmite, biometals

Высокой технологической перспективностью для получения наночастиц, в том числе и многокомпонентных, обладает метод электрического взрыва проводников. Полученные данным методом наночастицы алюмонитридной композиции (Al/AlN) при взаимодействии с водой образуют нанолепестковый псевдобемит, который, благодаря положительному заряду поверхности, проявляет высокие адсорбционные характеристики по отношению к микроорганизмам, и после модифицирования частицами коллоидного серебра широко используется в сорбционном антимикробном материале, предназначенном для лечения поверхностных ран [4]. Однако модифицирование поверхности нанолепесткового псевдобемита путем адсорбции коллоидного серебра снижает его сорбционную емкость. Более перспективным представляется оригинальный метод введения биометаллов непосредственно в прекурсор в процессе его получения методом параллельного электрического взрыва двух проводников – алюминия и биометалла (Cu, Zn). Последующий гидролиз такой дисперсной системы позволяет получить пористые продукты превращения с новой морфологией, фазовым составом, физико-химическими свойствами и создать новые биологически-активные адсорбенты, обладающие антимикробным действием.

Целью работы является получение объемных наноструктурных адсорбентов при взаимодействии с водой биметаллических наночастиц, полученных параллельным электрическим взрывом алюминиевого и цинкового/медного проводников, изучение комплекса их физико-химических свойств и антимикробной активности.

Экспериментальная часть

Нанопорошки композитных частиц Al/AlN/Zn и Al/AlN/Cu получали методом электрического взрыва двух свитых между собой проволок в атмосфере азота [4]. Количественное содержание нитрида алюминия в нанопорошках определяли косвенным спектрофотометрическим методом (Spekol 1300) [2], содержание активного алюминия определяли волюмометрическим методом [3].

Превращение нанопорошков при взаимодействии с водой при 60 °C в течение 60 мин исследовали по изменению pH реакционной согласно методике, описанной в [1]. Продукты отфильтровывали, промывали дистиллированной водой и сушили при 105 °C. Морфологию наночастиц и продуктов гидролиза исследовали методом просвечивающей электронной микроскопии («JEM-2100», JEOL). Фазовый состав порошков и продуктов реакции исследовали на рентгеновском дифрактометре Дрон-7 на CoKα-излучении. Текстурные характеристики определяли по тепловой десорбции азота и рассчитывали методом БЭТ (Сорбтометр М, Катакон). Антимикробную активность полученных образцов определяли микробиологически, взяв по методике, описанной в [6]. В качестве тест-организмов использовали бактерии *E. Coli*, штамм 7935 в концентрации 10^5 КОЕ/мл. В качестве питательной среды использовали лактозный агар с Тергитолом-7 и ТТХ. Аналитическим сигналом служило количество микроорганизмов в надосадочной жидкости после адсорбции и количество адсорбированных бактерий.

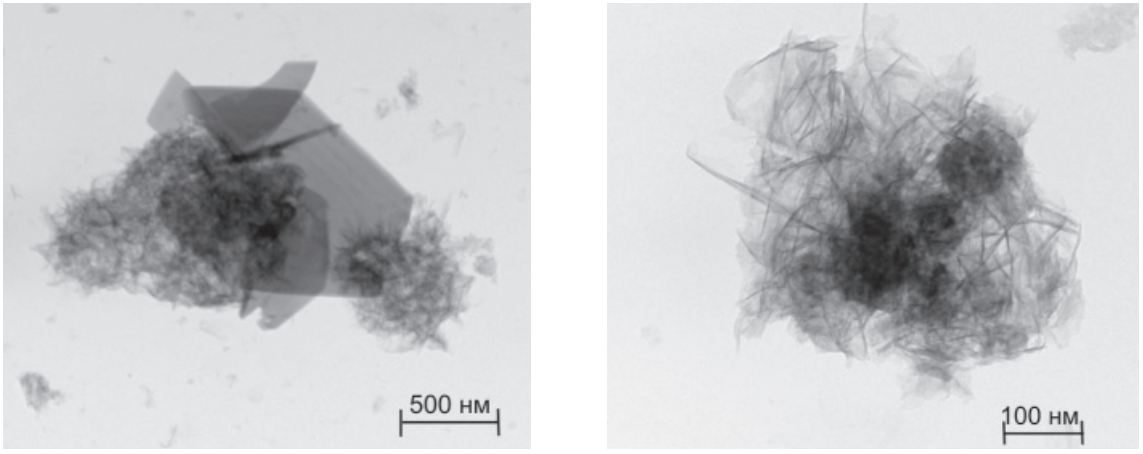
Результаты исследования и их обсуждение

Наночастицы состава Al/AlN/Zn и Al/AlN/Cu, полученные при содержании алюминия в скрутке ~50%, имеют, как правило, сферическую форму со средним размером 80 мкм и удельной поверхностью около 15 $м^2/г$. Фазовый состав прекурсоров представлен фазами индивидуальных металлов, твердых растворов и интерметаллидов различного состава, а также нитридом алюминия.

Реакция нанопорошков Al/AlN/Zn и Al/AlN/Cu с водой при 60°C сопровождается ростом pH, газовыделением и саморазогревом. Кривые изменения pH имеют типичную для топохимических реакций S-образную форму, подобно кривым, полученным при окислении нанопорошков Al/AlN [1]. Окисление нанопорошков Al/AlN/Zn и Al/AlN/Cu идет практически без индукционного периода, что также связано с выделением аммиака в процессе гидролиза AlN, сопровождается ростом pH реагирующей системы и, соответственно, увеличением скорости реакции окисления. При этом наночастицы Al/AlN/Cu реагируют с водой более длительное время (около 50 мин).

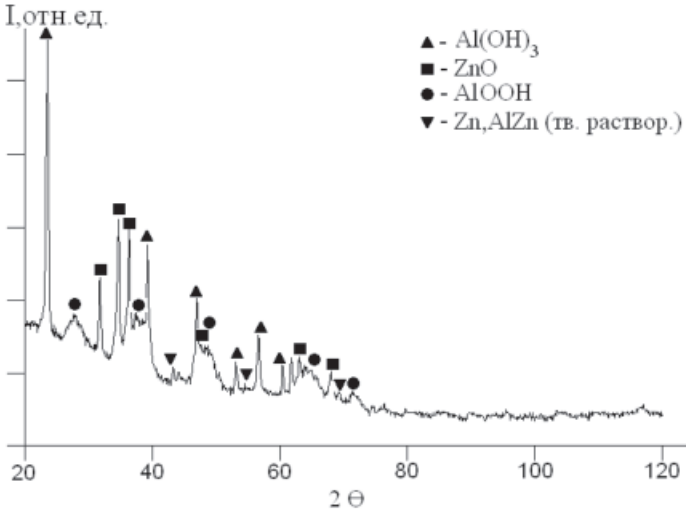
Продукты взаимодействия Al/AlN/Zn с водой представляют собой смесь пористых объемных агломератов, типичных для нанолепесткового псевдобемита [5] и гексагональных пластинок оксида цинка (рис. 1, а).

По данным фазового анализа в продуктах реакции обнаруживаются фазы псевдобемита, оксида цинка и гидраргиллита (рис. 2, а). Удельная поверхность образцов составляет 230 $м^2/г$. Методами просвечивающей электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа установлено (рис. 1, б), что продукты превращения Al/AlN/Cu представляют собой частицы из агломерированных нанолепестков, в центре которых находится практически сферическое металлическое ядро с высокой концентрацией меди. Величина удельной поверхности продуктов превращения обеспечивается удельной поверхностью нанолепестков и составляет 180 $м^2/г$. Продукты окисления водой наночастиц Al/AlN/Cu (рис. 2, б) включают фазы псевдобемита, меди, интерметаллидов и небольшое количество оксидов меди. Кроме того, обнаруживается гидраргиллит $Al(OH)_3$, образующийся при старении образцов в результате фазового превращения псевдобемита.

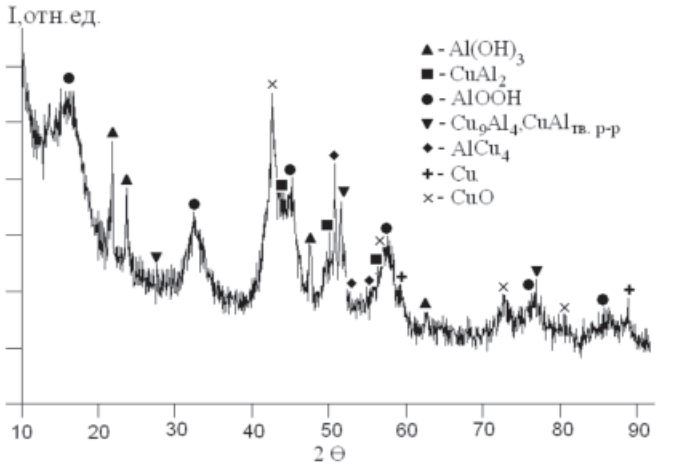


а б

Рис. 1. ПЭМ- изображения продуктов превращения Al/AlN/Zn (а) и Al/AlN/Cu (б)



а



б

Рис. 2. Дифрактограммы продуктов превращения Al/AlN/Zn (а) и Al/AlN/Cu (б)

На втором этапе работы было проведено определение антимикробной активности продуктов превращения нанопорошков Al/AlN/Zn и Al/AlN/Cu (таблица). Результаты подсчета количества колоний E. coli, выросших на плотной питательной среде после воздействия суспензий образцов, показывают, что антимикробное действие сорбентов возрастает при увеличении времени экспозиции.

Данные микробиологических исследований

Прекурсор	Проба	Количество колоний, КОЕ/мл			
		Опытные группы			
		0 час	1 час	3 часа	24 часа
Al/AlN/Zn	Надосадочная жидкость	360	7	2	0
	Порошок	200	380	2	0
	Контроль	1000	700	860	680
Al/AlN/Cu	Надосадочная жидкость	240	0	0	0
	Порошок	26	0	0	0
	Контроль	1000	950	600	700

При введении в микробную суспензию 0,3 % суспензии продуктов превращения Al/AlN/Cu сразу же наблюдается сокращение числа микроорганизмов в надосадочной жидкости в 5 раз. При дальнейшем увеличении времени экспозиции отмечено

отсутствие роста микроорганизмов на плотной питательной среде как пробы надосадочной жидкости, так и пробы адсорбента, что говорит о высокой антимикробной активности полученных наноструктур. Бактерицидная активность образцов, полученных из Al/AlN/Zn, проявляется через 3 часа экспозиции с микробной взвесью концентрацией 10^5 КОЕ/мл. При этом наблюдается 100 % гибель адсорбированных бактерий на образце адсорбента.

Таким образом, установлена высокая антимикробная активность полученных наноструктур в отношении тест-бактерии E.coli.

Выводы

1. Продукты взаимодействия с водой наночастиц Al/AlN/Cu представляют собой наноразмерные фазы твердых растворов меди и алюминия, оксидов меди, окруженные нанолепестками псевдобемита.

2. При взаимодействии с водой наночастиц состава Al/AlN/Zn образуются сложные пористые структуры, состоящие из агломерированных нанолепестков псевдобемита и гексагональных пластинок оксида цинка.

3. Полученные продукты проявляют антимикробное действие по отношению к тестовой культуре – бактериям E. Coli, более выраженное в случае применения наночастиц, имеющих в своем составе Cu.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГК 14.527.12.0001 и Программы III.23.2.3.

Список литературы

1. Гидролиз нанопорошков алюмонитридной композиции / Е.А. Глазкова, О.В. Бакина, В.В. Домашенко, А.С. Ложкомоев, Н.В. Сваровская, М.И. Лернер // Нанотехника. – 2010. – № 4 (24). – С. 51–56.

2. ГОСТ 4192-82. Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ.

3. ГОСТ 5494-95. Пудра алюминиевая. Технические условия.

4. Технология получения, характеристики и некоторые области применения электровзрывных нанопорошков металлов / М.И. Лернер, Н.В. Сваровская, С.Г. Псахье, О.В. Бакина // Российские нанотехнологии. – 2009. – т.4, № 9–10. – С. 6–18.

5. Образование нанолистов оксигидроксидов алюминия из электровзрывных нанопорошков / Н.В. Сваровская, О.В. Бакина, Е.А. Глазкова, М.И. Лернер, С.Г. Псахье // Журнал физической химии. – 2010. – т. 84, № 9. – С. 1–4.

6. Адсорбционная и поглотительная способность сорбционного материала, включающего наноструктурный оксигидроксид алюминия / А.Н. Серова, В.Г. Пехенько, И.Н. Тихонова, Е.А. Глазкова, О.В. Бакина, М.И. Лернер, С.Г. Псахье // Сиб. Мед. журнал. – 2012. – т. 27, № 2. – С. 127–131.

References

1. Glazkova E.A., Bakina O.V., Domashenko V.V., Lozhkomoev A.S., Svarovskaya N.V., Lerner M.I. Nanotekhnika, 2010, 4(24), pp. 51–56.

2. GOST 4192-82. Voda pitevaya. Metody opredeleniya mineralnykh azotsoderzhaschikh veschestv.

3. GOST 5494-95. Pudra alyuminievaya. Tekhnicheskie usloviya.

4. Lerner M.I. Svarovskaya N.V., Psakhe S.G., Bakina O.V. RossiisieNanotekhnologii, 2009, 4,(9–10), pp. 6–18.

5. Svarovskaya N.V., Bakina O.V., Glazkova E.A., Lerner M.I., Psakhe S.G ZhurnalFizicheskojKhimii. 2010, tom 84 (9), pp.1-4.

6. Serova A.N., Pekhenko V.G, Tikhonova I.N., Glazkova E.A., Bakina O.V., Lerner M.I., Psakhe S.G. Sib. Med. Zhurnal. 2012, t. 27 (2), pp. 127–131.

Рецензенты:

Мамаева В.А., д.т.н., научный руководитель технологической группы ООО «Сибспарк» – резидента особой экономической зоны, г. Томск.

Коботаева Н.С., д.х.н., старший научный сотрудник Учреждения Российской академии наук «Институт химии нефти» Сибирского отделения РАН, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 54.36, 621.8

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВОЙНЫХ СЛОИСТЫХ ГИДРОКСИДОВ СИСТЕМЫ ZN–CR–NO_3

[1]Гороховский А.В., [1]Никитюк Т.В., [1]Третьяченко Е.В., [1]Тычков Ю.Ю., [2]Сафонов В.В., [2]Азаров А.С.

[1]ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, e-mail: algo54@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Саратов, e-mail: azarov444@yandex.ru

Предложена схема выбора сырьевых материалов для синтеза слоистых двойных гидроксидов с улучшенными трибологическими характеристиками. В основу выбора заложено использование комбинации солей двух металлов, один из которых оказывает плакирующее действие на стали, а другой – увеличивает их износостойкость. Исследовано влияние соотношения металлов в составе слоистых двойных гидроксидов системы Zn–Cr–NO_3 на антифрикционные и противоизносные свойства смазочных композиций на основе стандартной пластической смазки Литол-24. Показано, что оптимальная комбинация трибологических характеристик исследованных составов, изученных согласно стандартным методикам (коэффициент трения, диаметр пятна износа), может быть достигнута при использовании СДГ, характеризуемых мольным соотношением [Zn]/[Cr] ≈ 3 и имеющих наиболее однородную и компактную структуру, а также минимальное межслойное расстояние.

Ключевые слова: слоистые двойные гидроксиды, синтез, смазочные композиции, трибология

TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDES OF THE ZN–CR–NO_3 SYSTEM

[1]Gorokhovskii A.V., [1]Nikityuk T.V., [1]Tretyachenko E.V., [1]Tychkov Y.Y., [2]Safonov V.V., [2]Azarov A.S.

[1]Y.A. Gagarin State Technical University, Saratov, e-mail: algo54@mail.ru;

[2]N.I. Vavilov State Agrarian University, Saratov, e-mail: azarov444@yandex.ru

The scheme to select raw materials for synthesis of layered double hydroxides characterized with enhanced tribological properties is proposed. The method is based on combinations of two metal salts from which the first has a plating effect and the second increases wear resistance of steels. An influence of the $[M^{2+}]/[Me^{3+}]$ in the composition of layered double hydroxides (LHD) of the Zn–Cr–NO_3 system on antrifriction and antiscuff properties of lubricating materials based on Litol-24 standard grease is investigated. It is shown that an optimal combination of tribological properties, measured in accordance with standard methods, (friction coefficient, wear scar diameter) can be obtained using the LHD's, characterized with molar ratio of [Zn]/[Cr]≈3, having a minimal interlayer distance and homogeneous high compacted structure.

Keywords: layered double hydroxides, synthesis, lubricating compositions, tribology

На сегодняшний день эффективность работы машин и механизмов во всех сферах деятельности человека зависит от качества используемых смазочных материалов. Наиболее простым и экономически выгодным способом улучшения качества смазочных материалов является использование в их составе различных антифрикционных и противоизносных добавок. В настоящее время для этого широко используют дисульфид молибдена и графит [1]. Однако использование графита ограничено его относительно низкими трибологическими характеристиками, а дисульфид молибдена имеет высокую стоимость. Кроме того, в ходе эксплуатации MoS_2 постепенно разлагается с образованием коррозионно активной серной кислоты и оксидов молибдена, имеющих высокое абразивное действие [2].

В последние годы большое внимание было уделено поиску новых высокоэффективных антифрикционных добавок, имеющих, так же как и графит и дисульфид молибдена, слоистую структуру. Кроме того, было обнаружено, что при использовании наноразмерных порошков антифрикционных добавок (наноразмерные дисульфид и трисульфид молибдена, дисульфид вольфрама, диселениды молибдена, вольфрама и ниобия, нитрид бора, иодиды кадмия, свинца и висмута, закись меди, фторид кальция, а также ряд полимеров, природных и синтетических серпентинитов) трибологические характеристики смазочных материалов превосходят результаты, полученные с использованием порошков микроразмерного фракционного состава [3–6]. Однако высокая стоимость перечисленных нанопорошков ограничивает их внедрение в производство.

Между тем известен целый класс относительно дешевых соединений, наноразмерные частицы которых также имеют слоистую структуру – слоистые двойные

гидроксиды (СДГ), однако трибологические свойства представителей этого класса соединений до сих пор исследовались группой китайских авторов в очень узком диапазоне составов, в частности в системах $Co–Al–CO_3$, $Mg–Al–CO_3$, $Ni–Al–NO_3$ [7–9]. Полученные результаты показали существенное улучшение трибологических характеристик смазочных композиций, однако выбор системы СДГ в проведенных исследованиях носил случайный характер.

Следует отметить, что в общем случае слоистые двойные гидроксиды представляют собой соединения состава $M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2[(A^{n-})_{x/n}\cdot mH_2O]$, где A^{n-} является анионом. На сегодняшний день известны СДГ, содержащие M^{2+} = Mg, Zn, Fe, Co, Ni, Cu, Cd, Sn, Mn, Pd, Pt; M^{3+} = Al, Fe, Cr, Mn, Ga, In, Bi, Y, La, V, Rh, Ir, Ru, и в которых в качестве аниона$^-$ могут выступают (CO_3^{2-}, OH^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, ClO_4^-, Cl^- [10].

В зависимости от условий синтеза и состава слоистого двойного гидроксида могут образовываться различные структурные типы СДГ. При этом анионы располагаются в межслоевом пространстве таким образом, чтобы минимизировать его размер. Однако с увеличением отношения M^{3+}/M^{2+} увеличивается положительный заряд слоев гидроксидов металла и для компенсации необходимо большее количество анионов. В том случае, если заряд анионов низкий, то они могут не входить в межслоевое пространство из-за геометрических соображений. К примеру, в соединении $Mg_{0,79}Al_{0,21}(OH)_2[\{NO_3\}_{0,21}\cdot 0{,}4H_2O]$ нитратионы располагаются параллельно гидроксидным слоям.

Основным методом синтеза слоистых двойных гидроксидов является соосаждение из растворов солей M^{2+} и M^{3+} щелочью при контролируемом значении pH [11].

$$(1 - x)M^{2+} + xM^{3+} + 2OH^- + (x/n)A^{n-} \rightarrow M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2[(A^{n-})_{x/n}].$$

При этом необходимо учитывать, что способность различных анионов к интеркаляции в межслоевое пространство существенно отличается, и в присутствии в растворе двух и более различных анионов может происходить внедрение только одного из них [12]. Интервал pH, в котором проводится синтез СДГ, подбирается, как правило, экспериментально для каждой конкретной системы [13].

С учетом механизма взаимодействия антифрикционных добавок с поверхностью металла пары трения, при правильном выборе химического состава синтезируемого СДГ можно одновременно добиться увеличения износостойкости трущихся поверхностей и снижения величины коэффициента трения.

Известно, что Cr оказывает положительное влияние на износостойкость стали, в то же время добавки Zn способствуют снижению коэффициента трения (плакирующая добавка) [14]. Исходя из вышесказанного, в настоящей работе были синтезированы слоистые двойные гидроксиды системы $Zn_{(1-x)}Cr_x(OH)_2[(NO_3))_{x/n}\cdot mH_2O$. Нитратная форма СДГ была выбрана в связи с низкой склонностью NO_3^- к интеркаляции в межслойное пространство частиц СДГ для снижения содержания коррозионноактивного кислотного остатка в составе антифрикционной добавки [12], а величина (*x*) варьировалась с целью выяснения влияния соотношения компонентов на трибологические свойства синтезированного соединения.

Материалы и методы исследования

При синтезе СДГ навески двух солей соответствующих металлов марки х.ч., взятых в определенных стехиометрических соотношениях $[Zn(NO_3)_2\cdot 6H_2O]/[Cr(NO_3)_3\cdot 9H_2O]$, а именно (в моль/л): 0,75:0,25, 0,66:0,33 и 0,5:0,5, переносили в мерную колбу на 100 мл, доводили объем до метки дистиллированной водой и перемешивали до полного растворения. Во всех вариантах общая концентрация солей в рабочем растворе составляла 1 моль/л. Соосаждение СДГ проводили 3 М раствором KOH (марки х.ч.) с использованием капельницы при постоянной скорости введения щелочного раствора (2,5 мл/мин), поддерживая при этом постоянное значение pH среды на уровне 10,00 ± 0,15. Контроль величины pH проводили с помощью стеклянного электрода марки ЭСК-10303/7 и pH-метра марки 150 М.

Полученный осадки оставляли в маточном растворе при постоянном перемешивании на магнитной мешалке в течение 2 часов с последующем выдерживанием без перемешивания в течение 48 часов для формирования слоистой структуры СДГ. Далее осадок отделяли декантацией и заливали дистиллированной водой. Данную процедуру повторяли до установления постоянного значения pH. Далее образцы помещались в сушильный шкаф, высушивались в течение 48 часов при температуре 60°C и перетирали в агатовой ступке до порошкообразного состояния.

Морфологию частиц синтезированных СДГ исследовали методом просвечивающей электронной микроскопии (электронный микроскоп TESLA BS500), а их химический состав – с помощью электронного сканирующего микроскопа Philips XL30ESEM, оснащенного приставкой локального рентгеновского микроанализа EDS EDAX Pegasus.

Полученные порошки СДГ были использованы в качестве добавки в пластическую смазку Литол-24 (ГОСТ 21150-87) для проведения трибологических испытаний с целью оценки их влияния на триболо-

гические характеристики. Приготовление смазочной композиции осуществляли путем тщательного механического перемешивания при помощи устройства УППС-1. Содержание добавки во всех вариантах полученной смазочной композиции составляло 3 масс.% (оптимальное содержание антифрикционной добавки для универсальных смазок [1]). Для взвешивания использовали аналитические весы ДЛР-200М.

Для оценки трибологических свойств исследуемых смазочных материалов проводили серию лабораторных испытаний на четырёхшариковой машине трения МТУ-1М согласно ГОСТ 9490-75. Испытания каждого образца смазочного материала состояли из серии опытов. При проведении испытаний противоизносные свойства смазочных композиций оценивали по диаметру пятна износа $D_и$, а антифрикционные – по величине момента трения в контакте деталей пары трения $M_т$. Каждый опыт проводили на новой пробе испытуемого смазочного материала. Опыты по определению каждого из перечисленных критериев для каждого образца смазочного материала проводили с трёхкратной повторяемостью. Продолжительность работы машины от момента включения до момента выключения электродвигателя при определении показателя износа составляла 1 ч. Испытания проводили под нагрузкой 100 Н.

После остановки машины охлаждали узел трения ниже 40 °С, извлекали шарики и промывали их растворителем. Затем под микроскопом марки БМИ-1 измеряли диаметр пятна износа каждого из трёх нижних шариков во взаимно перпендикулярных направлениях. За диаметр пятна износа $D_и$ принимали среднее арифметическое значение результатов измерений пятен износа девяти нижних шариков трёх последовательных опытов.

Момент трения регистрировали на протяжении всего опыта при помощи тензоизмерительного комплекса (ZET 210, ZET 410, модуль АЦП) и блока PC с установленным программным обеспечением ZETLab. Данный блок регистрировали изменение момента трения каждую 3-ю минуту работы установки. Сравнительному анализу подвергали среднее арифметическое значение результатов всех измерений трёх последовательных опытов.

Результаты исследования их обсуждение

Локальный рентгеновский микроанализ (EDS) показал, что порошки слоистых двойных гидроксидов, полученных при различных соотношениях солей в маточном растворе, могут быть представлены следующими химическими формулами:

1) $Zn_{0,48}Cr_{0,52}(OH)_2[(NO_3))_{0,24}\cdot 0{,}4H_2O$;

2) $Zn_{0,64}Cr_{0,36}(OH)_2[(NO_3))_{0,18}\cdot 0{,}4H_2O$;

3) $Zn_{0,72}Cr_{0,28}(OH)_2[(NO_3))_{0,14}\cdot 0{,}4H_2O$.

На рис. 1 представлены электронные фотографии СДГ, полученных при различных соотношениях солей металлов в системе Zn–Cr–NO_3. Во всех случаях синтезированные порошки состоят из круглых частиц чешуйчатой формы, имеющих диаметр 20–50 нм.

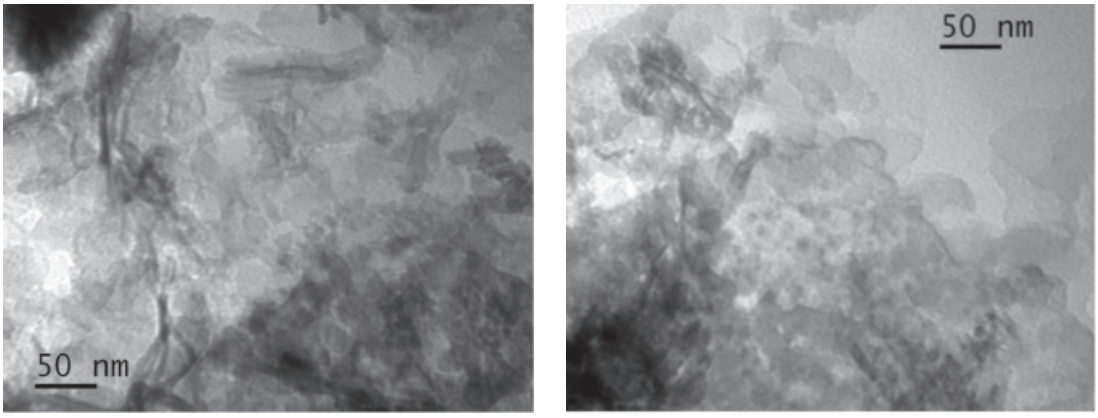


Рис. 1. Электронные фотографии различных порошков СДГ системы Zn-Cr-NO_3: Zn:Cr = 1:1 (слева), Zn:Cr = 3:1 (справа)

На рис. 2 приведены кинетические кривые изменения коэффициента трения при испытаниях на четырехшариковой машине для различных составов СДГ исследованной системы. Полученные результаты показывают, что введение в состав стандартной смазочной композиции 3 % добавки СДГ системы Zn–Cr–NO_3 при испытаниях способствует снижению равновесного значения момента силы трения примерно на 16 %. При этом величина равновесного значения силы трения устанавливается примерно через 0,5 ч после начала испытаний; в начальный же период испытаний момент силы трения тем меньше, чем выше содержание Zn в составе СДГ (максимальное снижение – при соотношении Zn:Cr = 3:1). Последнее прямо свидетельствует о том, что в первые 30 минут испытаний частицы СДГ играют роль прослойки между поверхностью двух шариков в точках касания; в дальнейшем же, по мере притирания поверхностей

и химического модифицирования структуры поверхностного слоя стали, устанавливаются равновесные условия трения.

Следует отметить, что в равновесных условиях трения трибологические характеристики исследованных смазочных композиций зависят от химического состава введенных добавок СДГ (таблица). При увеличении содержания цинка в составе слоистого двойного гидроксида происходит увеличение антифрикционных свойств смазочной композиции. Максимально же увеличение износостойкости (36%) наблюдается для СДГ, имеющего мольное соотношение Zn:Cr = 2:1. Наблюдаемый эффект можно связать с переходом атомов Cr из состава добавки в состав поверхностного слоя в условиях трибологического контакта.

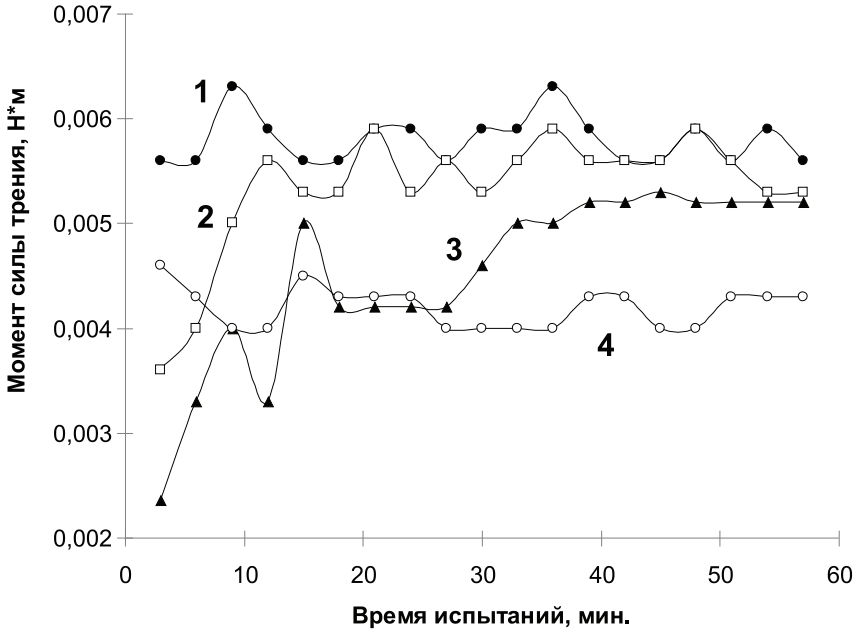


Рис. 2. Кинетика изменения величины момента силы трения при испытании исследуемых смазочных композиций:
1 – Литол 24; 2 – Литол 24 + СДГ (Zn:Cr = 1:1); 3 – Литол24 + СДГ (Zn:Cr = 2:1);
4 – Литол 24+СДГ(Zn:Cr = 3:1)

Значения трибологических характеристик смазочных композиций на основе смазки Литол-24 (испытания в течение 1 ч) в зависимости от химического состава частиц СДГ

Химический состав антифрикционной добавки	Трибологические характеристики	
	Диаметр пятна износа, мм	Равновесное значение момента силы трения, Н·м (·10^3)
Без добавки (Литол 24)	0,64	5,83
$Zn_{0,48}Cr_{0,52}(OH)_2[(NO_3))_{0,24}\cdot 0{,}4H_2O$	0,46	5,01
$Zn_{0,64}Cr_{0,36}(OH)_2[(NO_3))_{0,18}\cdot 0{,}4H_2O$	0,43	4,85
$Zn_{0,72}Cr_{0,28}(OH)_2[(NO_3))_{0,14}\cdot 0{,}4H_2O$	0,56	4,93

Использование добавок СДГ системы Zn–Cr–NO_3 обеспечивает снижение значения коэффициента трения, сопоставимое с эффектом, достигнутым ранее для систем Co–Al–CO_3, Mg–Al–CO_3 и Ni–Al–NO_3 (12–17%); однако при этом обеспечивается значительно более высокое улучшение износостойкости трущихся поверхностей (36% в сопоставлении с 5–10% для вышеперечисленных систем [7–9]). При этом на трибологические свойства смазок с добавками нанопорошов СДГ влияет не только тип слоистого двойного гидроксида, но и соотношение $[Me^{2+}]/[Me^{3+}]$ в составе СДГ. Максимальное улучшение трибологических характеристик смазочной композиции на основе универсальной смазки Дитол-24 достигается при использовании СДГ состава $[Me^{2+}]/[Me^{3+}] \approx 2:1$, характеризуемого наиболее плотной упаковкой

элемент-кислородных октаэдров и расположением в межслойном пространстве только нитрат-ионов параллельно гидроксидным слоям [11, 12].

Выводы

Подтверждена перспективность использования наночастиц слоистых двойных гидроксидов (СДГ) в качестве антифрикционных и противоизносных добавок в смазочных композициях. Показано, что основными факторами, определяющими влияние на трибологические свойства смазочных материалов, является выбор солей металлов для синтеза наночастиц СДГ, а также их соотношение в реакционной смеси. Оптимальные трибологические свойства мгут быть получены при выборе комбинации солей металла, обладающего плакирующими свойствами, и металла, увеличивающего износостойкость стали.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, Соглашения 14.B37.21.1219 и 14.B37.21.1080.

Список литературы/References

1. Rudnick L.R. *Lubricant Additives. Chemistry and Applications*. *2nd edition*. New-York, CRS Press, 2010. 796 p.

2. Winner W.O. *Wear*, 1967, Vol.10, no 6, pp. 422–452.

3. Chou C.C., Lee S.H. *J. Mater. Process. Technol*, 2008, Vol. 201, no 1–3, pp. 542–547.

4. Zhang, B., Xu Y., Gao F., Shi P., Xu B., WuY. *Appl. Surf. Sci*, 2011, Vol. 257, no 7, pp. 2540–2549.

5. Hernández Battez A., González R., Viesca J.L., Fernández J.E., Díaz Fernández J.M., Machado A., Chou R., Riba J. *Wear*, 2008, Vol. 265, no 3–4, pp. 422–428.

6. Fernández Rico E., Minondo I., García Cuervo D. *Wear*, 2007, Vol. 262, no 11–12, pp. 1399–1406.

7. Zhi Min B., Zhen Yu W., Tian Guang Z., Fan F., Na Y. *Appl. Clay Sci.*, 2013, Vol. 75–76, pp. 22–27.

8. Zhao D., Bai Z., Zhao F. *Mat. Res. Bull.*, 2012, Vol. 47, 11, pp. 3670–3675.

9. Zhao D., Bai Z.M. *J. Chin. Ceram. Soc*., 2012, Vol. 40, no 5, pp. 769–775.

10. Kim N., Kim Y., Tsotsis T. T., Sahimi M. *J. Chem. Phys*., 2005, Vol. 122, no 214713, available at: http://link.aip.org/link/doi/10.1063/1.1902945 (published online 6 June 2005)

11. Hussein M.Z.B., Zainal Z., Ming C.Y. *J. Mat. Sci. Lett.*, 2000, Vol. 19, no 10, pp 879–883.

12. Kameda T., Yoshioka T., Uchida M., Okuwaki A. *Mol. Crystals and Liquid Crystals*, 2000, Vol. 341, no 2, pp. 1211–1216.

13. Prinetto F., Ghiotti G., Graffin P., Tichit D. *Micropor. Mesopor. Mat.*, 2000, Vol. 39, no 1–2, pp. 229–247.

14. *Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys. Volume 1*. New-York, ASM, 1990. 1063 p.

Рецензенты:

Решетов В.А., д.т.н., профессор кафедры физической химии, ФГБОУ НИУ СГУ им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов;

Устинова Т.П., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой химической технологии Энгельсского технологического института, ФГБОУ СГТУ, г. Энгельс.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 541.11:546.85

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННОГО ПАРА ФТОРИДОВ И БРОМИДОВ НЕКОТОРЫХ РЗЭ

Ляшенко С.Е., Супоницкий Ю.Л.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, e-mail: SvetlanaLiashenko@yandex.ru

Данная работа посвящена определению давления насыщенного пара некоторых галогенидов РЗЭ. Измерения давления насыщенного пара из-за высокой тугоплавкости фторидов и бромидов РЗЭ являются трудоемкой и сложной задачей, и его измеряют в достаточно узком интервале температур. Рассчитать давление насыщенного пара в широком диапазоне температур позволяют методы сравнительного расчета. Для изучения были выбраны следующие фториды и бромиды РЗЭ: LaF_3,YF_3, ScF_3, $LaBr_3$, $CeBr_3$, $PrBr_3$, $NdBr_3$, YBr_3, $HoBr_3$, $LuBr_3$, $TbBr_3$, $GdBr_3$. Было выбрано в качестве реперного надежное вещество – CaF_2. В соответствии с поставленной задачей была проведена статистическая обработка литературных данных по давлению насыщенного пара выбранных веществ. С помощью метода наименьших квадратов (МНК) были получены зависимости для давления пара вышеупомянутых веществ как от температуры, так и от давления пара репера и построены графики. Таким образом, в данной работе расчетным путем расширены температурные границы значений давления насыщенного пара галогенидов РЗЭ до интервала в 400 К без проведения дополнительных экспериментальных исследований.

Ключевые слова: давление насыщенного пара, фториды РЗЭ, бромиды РЗЭ, методы сравнительного расчета

COMPARATIVE ANALYSIS FOR SATURATED VAPOUR PRESSURE OF RARE EARTH FLUORIDES AND BROMIDES

Lyashenko S.E., Suponitskiy Y.L.

Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia (MUCTR), Moscow, e-mail: svetlanaliashenko@mail.ru

This paper deals with saturated vapor pressure determination for several rare earth halides. Vapor pressure definition is a time-consuming and complicated task because of fluorides and bromides high infusibility. Therefore, saturated vapor pressures are mainly investigated in a rather narrow temperatures range (about 100-150K). The methods of relative calculations (MRC) used in the work involved enable to calculate vapor pressure in wide temperature intervals. For research the following rare earth fluorides and bromides were chosen: LaF_3, YF_3, ScF_3, $LaBr_3$, $CeBr_3$, $PrBr_3$, $NdBr_3$, YBr_3, $HoBr_3$, $LuBr_3$, $TbBr_3$, $GdBr_3$. The reliable and well-studied substance, namely CaF_2, was selected as a tetrad one for analyses of rare earth fluorides and bromides vapour-pressure. According with the task we examined published data on vapor pressure substances chosen. Using the least square method (LSM) the saturated vapour pressure dependences both on temperature and on tetrad saturated vapor pressure were obtained and their diagrammes were made. Conclusions: by means of MRC we extended temperature intervals for rare earth halides up to 400 K without additional experimental work. So, application of MRC is very usefull for extention of temperature range of experimental data.

Keywords: vapor pressure, rare earth fluorides, rare earth bromides, methods of relative calculations

Равновесное состояние системы при данной температуре характеризуется давлением насыщенного пара (здесь и далее ДНП), которое используется для термодинамических расчетов. Насыщенный пар – это пар, находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твердым телом того же состава. Давление насыщенного пара многих галогенидов РЗЭ изучено с помощью многочисленных экспериментальных способов. Для некоторых галогенидов, в частности, для их фторидов и бромидов имеются результаты, полученные разными авторами с использованием разнообразных методик. Экспериментальное определение давления насыщенного пара является трудоемкой и сложной задачей из-за высокой тугоплавкости фторидов и необходимости измерять малые величины при высоких температурах. Как правило, значения давления насыщенного пара измеряют в достаточно узком интервале температур, нередко в пределах 100–150 К. Поэтому представляется целесообразным расширить температурные границы ДНП с использованием расчетных методик.

Исследовать давление насыщенного пара в широком диапазоне температур позволяют методы сравнительного расчета [4]. Известно, что температурная зависимость давления пара в координатах lgP – 1/T является практически линейной. Поэтому можно предположить, что зависимость lgP для искомого галогенида РЗЭ и lgP для базового галогенида (репера), надежно изученного в более широком диапазоне температур, также будет линейной. Это позволяет расширить диапазон значений ДНП для искомого галогенида.

Таким образом, в данной работе было выбрано реперное вещество, изученное в широком интервале температур, было выполнено сопоставление значений ДНП репера и искомого галогенида и построены

графики температурных зависимостей ДНП для фторидов и бромидов РЗЭ.

Основная часть

Исходя из анализа литературных данных по давлению насыщенного пара наиболее хорошо изученных фторидов щелочноземельных металлов, близких к фторидам РЗЭ по тугоплавкости, было выбрано в качестве реперного вещества CaF_2. ДНП CaF_2 хорошо изучено разными авторами в интервале температур 1240–1669 К [7, 12]. В данной работе в результате компьютерных расчетов было получено обобщенное уравнение зависимости ДНП для реперного вещества CaF_2 от температуры:

$$\lg P = 8{,}169 - 2{,}089 \cdot 10^4/T \text{ (СКО 0,007) (Р – атм).}$$

В соответствии с поставленной задачей была проведена статистическая обработка литературных данных и изучены ДНП фторидов лантана, иттрия, скандия и празеодима, а также бромидов ряда РЗЭ с целью получения линейного уравнения вида $\lg P = ax + b$. В тех случаях, когда авторам были известны две или больше публикаций по одному и тому же галогениду, была проведена математическая обработка значений для данных, взятых из известных работ, с целью получения обобщенного уравнения. С целью оптимизации экспериментальных данных, которые необходимы для получения уравнения температурной зависимости ДНП, проводилась компьютерная обработка информации для фторида празеодима [8] с использованием 26 экспериментальных значений и, соответственно, с использованием вдвое меньшего количества точек (13 значений) с большим шагом. Были получены следующие уравнения в системе P(атм) – Т(К):

для 26 точек: $\lg P = (8{,}6803 \pm 0{,}156) - (2{,}0006 \pm 0{,}0241) \cdot 10^4/T$; $r = 0{,}996$

(в интервале $T = 1468–1560$ К)

для 13 точек: $\lg P = 8{,}6842 - 2{,}0009 \cdot 10^4/T$; $r = 0{,}998$

Из полученных уравнений видно, что нет необходимости измерять ДНП с малым шагом по температуре, поэтому вместо шага в 5К можно измерять давление с интервалом 10-20К. При этом не происходит ухудшения результатов обработки экспериментальных данных и не выявлено значительного ухудшения при расчете энтальпии сублимации или энтальпии испарения в случае изучения ДНП над расплавом.

В результате компьютерной обработки экспериментальных значений давления насыщенного пара для фторидов лантана [9, 10], иттрия [9] и скандия [9, 11] методом наименьших квадратов (МНК) были получены следующие уравнения:

LaF_3: $\lg P = (10{,}508 \pm 0{,}192) - (2{,}3111 \pm 0{,}0271) \cdot 10^4/T$; ($T = 1200–1650$ К);

YF_3: $\lg P = (10{,}796 \pm 0{,}4332) - (2{,}3194 \pm 0{,}0571) \cdot 10^4/T$; ($T = 1256–1434$ К);

ScF_3: $\lg P = (10{,}092 \pm 0{,}253) - (2{,}0141 \pm 0{,}0339) \cdot 10^4/T$; ($T = 1172–1528$ К).

Примеры графической зависимости для некоторых из вышеуказанных веществ представлены на рис. 1. Для построения температурной зависимости давления насыщенного пара над расплавами $LnBr_3$ были использованы данные из работ [1–3, 5–6, 13]. Свойства фторидов базового соединения CaF_2, которые анализировались в данной работе, пригодны также для сопоставления со свойствами бромидов РЗЭ.

Для построения температурной зависимости давления насыщенного пара над расплавами $LnBr_3$ были использованы данные из работ [1–3, 5–6, 13]. Свойства фторидов базового соединения CaF_2, которые анализировались в данной работе, пригодны также для сопоставления со свойствами бромидов РЗЭ. Температурные зависимости ДНП для $LnBr_3$, значения которых были обработаны методом МНК с использованием табличных данных, приведенных в вышеупомянутых публикациях, представлены в виде следующих уравнений (Р – атм):

$LaBr_3$: $\lg P = 6{,}2546 - 1{,}1734 \cdot 10^4/T$ (Т = 1321–1542 К) с использованием данных работы[1];

$CeBr_3$: $\lg P = 6{,}0808 - 1{,}1241 \cdot 10^4/T$ (Т = 1306–1518 К) с использованием данных работы [1];

$PrBr_3$: $\lg P = 6{,}0051 - 1{,}1015 \cdot 10^4/T$ (Т = 1280-1560 К) с использованием данных работы [1];

$NdBr_3$: $\lg P = 6{,}1353 - 1{,}1021 \cdot 10^4/T$ (Т = 1258–1559 К) с использованием данных работы [1];

YBr_3: $\lg P = 6{,}3829 - 1{,}0452 \cdot 10^4/T$ (Т = 1208–1523 К) с использованием работ [2–3];

$HoBr_3$: lg$P$ = 6,2839 – 1,0480·10^4/T (T = 1208–1523 K) с использованием работ [2–3];

$LuBr_3$: lg$P$ = 6,2396 – 0,9800·10^4/T (T = 1305–1468 K) с использованием работ [5];

$TbBr_3$: lg$P$ = 6,0197 – 1,0332·10^4/T (T = 1219–1536 K) с использованием работы [5];

$GdBr_3$: lg$P$ = 6,0737 – 1,0565·10^4/T (T = 1200–1600 K) с использованием работ [5, 13].

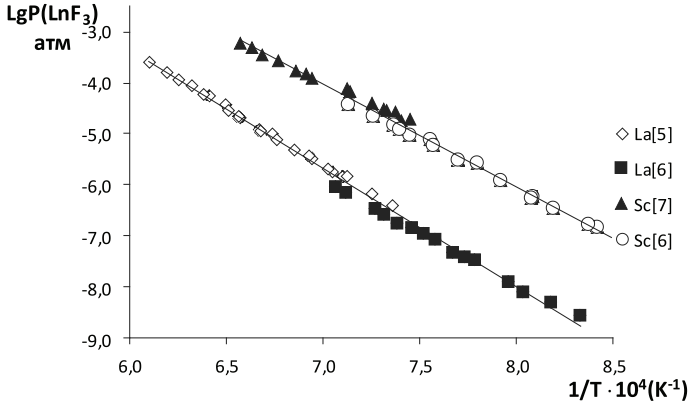


Рис. 1. Зависимость давления насыщенного пара LaF_3 и ScF_3 (атм) от температуры (K)

Примеры графической зависимости для некоторых из вышеуказанных веществ представлены на рис. 2 и 3.

Полученные уравнения в координатах lg$P$ – 1/T для фторидов и бромидов РЗЭ были сопоставлены методом сравнительного расчета с уравнением аналогичного вида для фторида кальция.

В соответствии с одним из методов сравнительного расчета [4] для двух сходных веществ (фторид или бромид РЗЭ и фторид кальция) была выявлена линейная корреляция изучаемого свойства (ДНП) от параметров условий (температура), а также от давления насыщенного пара репера, CaF_2. С помощью компьютерных расчетов были получены приведенные ниже линейные уравнения:

lg$P$ (LaF_3) = 1,4704 + 1,1063·lgP(CaF_2);

lg$P$ (YF_3) = 1,7259 + 1,1103·lgP(CaF_2);

lg$P$ (ScF_3) = 2,2163 + 0,9641·lgP(CaF_2);

lg$P$ (PrF_3) = 0,8570 + 0,9577·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($LaBr_3$) = 1,6662 + 0,5617·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($CeBr_3$) = 1,6852 + 0,5381·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($PrBr_3$) = 1,6978 + 0,5273·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($NdBr_3$) = 1,8257 + 0,5275·lgP(CaF_2);

lg$P$ (YBr_3) = 2,2958 + 0,5003·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($HoBr_3$) = 2,1859 + 0,5017·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($LuBr_3$) = 2,4073 + 0,4691·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($TbBr_3$) = 1,9795 + 0,4946·lgP(CaF_2);

lg$P$ ($GdBr_3$) = 1,9423 + 0,5057·lgP(CaF_2).

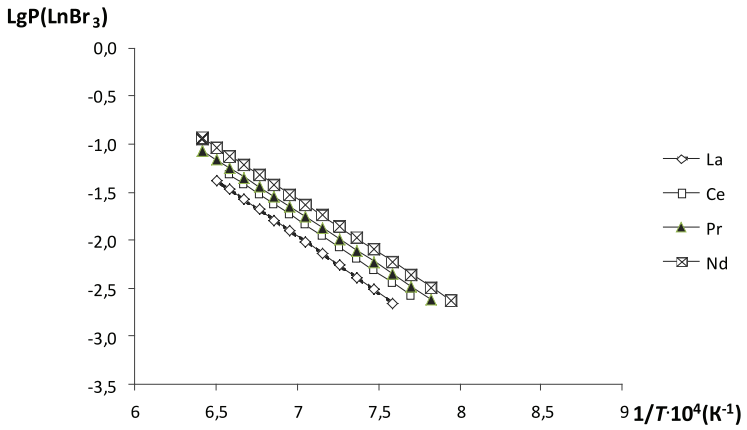


Рис. 2. Зависимость давления насыщенного пара (атм) $LnBr_3$ (Ln – La, Ce, Pr, Nd) от температуры (K)

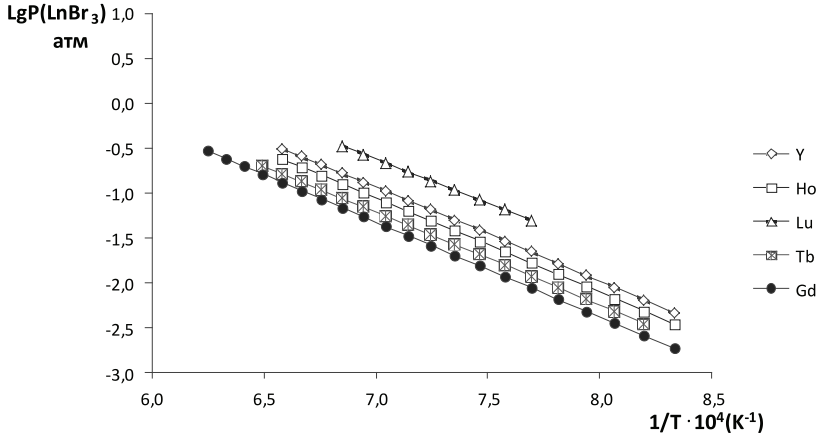


Рис. 3. Зависимость давления насыщенного пара (атм) $LnBr_3$ (Ln – Y, Ho, Lu, Tb, Gd) от температуры (K)

Экспериментальные и расчетные данные для некоторых из приведенных выше веществ представлены на рис. 4, 5.

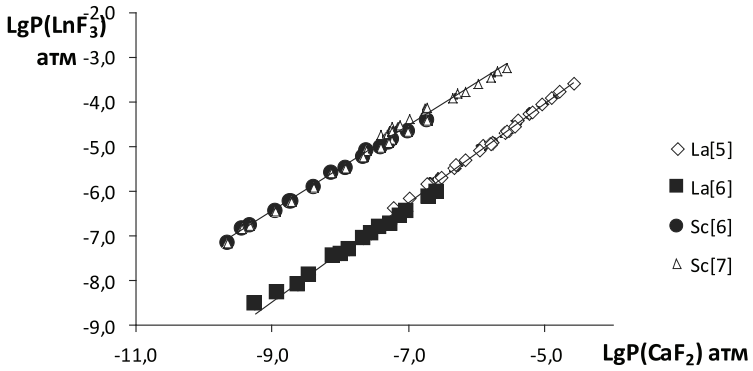


Рис. 4. Зависимость давления насыщенного пара LaF_3, ScF_3 от давления насыщенного пара CaF_2

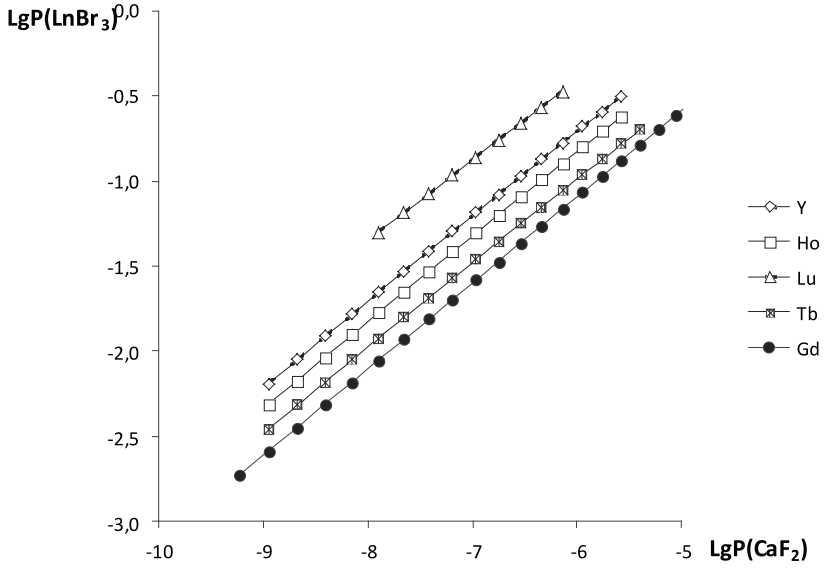


Рис. 5. Зависимость давления насыщенного пара YBr_3, $HoBr_3$, $LuBr_3$, $TbBr_3$, $GdBr_3$ от давления насыщенного пара CaF_2

Выводы

В данной работе исследовалось ДНП фторидов и бромидов некоторых РЗЭ и с помощью компьютерного эксперимента расширены границы температурных интервалов для значений ДНП. Был проведен анализ литературных данных, что позволило выбрать в качестве реперного вещества CaF_2, для него было получено обобщенное уравнение. С помощью методов сравнительного расчета [4] была найдена температурная зависимость давления пара в координатах lgP – 1/T для фторидов и бромидов РЗЭ и получены линейные уравнения взаимосвязи. На основе компьютерного эксперимента были обработаны значения ДНП репера и искомого галогенида и получены линейные уравнения как для их зависимости от температуры, так и корреляционные зависимости ДНП галогенидов РЗЭ и репера, а также построены графические зависимости. Это позволило расширить диапазон температурных значений ДНП для искомых галогенидов до 400 К для искомых галогенидов без проведения экспериментальных измерений.

Список литературы

1. Дудчик Г.П., Махмадмуродов А., Поляченок О.Г. Давление насыщенного пара трибромидов La, Ce, Pr и Nd // Ж. физ. хим. –1975. – Т.49. – № 7. – С. 1856.

2. Дудчик Г.П., Махмадмуродов А., Поляченок О.Г. Сборник – Химия и хим. технол // Давление насыщенного пара бромидов иттрия и гольмия. – Вып. 9. – Минск: Вышэйш. школа, 1975. – С. 13–19.

3. Дудчик Г.П., Махмадмуродов А., Поляченок О.Г. Давление насыщенного пара бромидов иттрия и гольмия // Ж. физ. хим. – 1975. – Т.49. – № 8. – С. 2159.

4. Карапетьянц М.Х. Методы сравнительного расчета физико-химических свойств / АН СССР. – М.: Изд. Наука, 1965. – 403с.

5. Махмадмуродов А. Термодинамическое исследование трибромидов РЗЭ: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Минск,1976. – 15 с.

6. Махмадмуродов А., Темурова Н., Шарипов А. Термодинамика парообразования бромидов редкоземельных элементов // Изв. АН Тадж. ССР., От-ние физ. мат., хим. и геолог. – 1989. – № 1. – С. 39–42.

7. Gary B.D., Green J.W., Bautista R.G., Margrave J.L. The sublimation pressure of calcium (II) fluoride and the dissociation energy of calcium (I) fluoride // J. Phys. Chem. – 1967. – Vol. 67, № 4. – P. 877–882.

8. Harry B. Skinner, Alan W.Searcy. The vapor pressure, the heat of sublimation, and the evaporation coefficient of praseodymium trifluoride // J.Phys.Chem. – 1968. – Vol. 72, № 10. – P. 3375–3381.

9. Kent R.A., Zmbov K.E., Kanan A.S., Besenbruch G., McDonald J.D., Margrave J.L. Mass spectrometric studies at high temperatures. The sublimation pressures of scandium(III), yttrium (III) and lanthanum (III), trifluorides // J. Inorg. Nucl. Chem. – 1966. – Vol. 28, № 6–7. – P. 1419–1427.

10. Mar R.W., Searcy A.W. The vapor pressure, heat of sublimation, and evaporation coefficient of lanthanum fluoride // J. Phys. Chem. – 1967. – Vol. 71, № 4. – P. 888–894.

11. Petzel T. Uber die thermodynamic der verdampfung von scandium (III)-fluorid // Z. Anorg. And Allg. Chem. – 1973. – Vol. 395, № 1. – P. 1–18.

12. Shulz D.A., Searcy A.W. Vapor pressure and heat of sublimation of calcium fluoride. J. Phys. Chem. 1967. Vol. 67, N1, P. 103-106.

13. Weigel F., Trinkl G.Determination of GdBr3 vapor pressure using crucible Fisher method // Z Z. Anorg. And Allg. Chem. – 1970. – Vol. 377, № 3. – P. 228–239.

References

1. G.P. Dudchik, A. Mahmadmurodov, O.G.Polyachenok. Davlenie nacyschennogo para tribromidov La, Ce, Pr и Nd (Saturated vapor pressure of La, Ce, Pr и Nd tribromides). *Jurnal Fizicheskoy KHimii (J. Phys. Chem. of USSR)*.1975. Vol. 49, no. 7, pp. 1856.

2. G.P. Dudchik, A. Mahmadmurodov, O.G.Polyachenok. Davlenie nacyschennogo para bromidov yttriya i golmiya (Saturated vapor pressure of yttrium and holmium bromides). *Sbornik (Collected papers) – Jurnal KHimii I KHimicheskoy tekhnologii (J. Chemistry and Chem. Technology of the USSR)*. Vypusk 9 (Issue 9). Minsk: Izdatelstvo «Vysshaya shkola» (Publisher «Higher School»), 1975. pp.13-19.

3. G.P. Dudchik, A. Mahmadmurodov, O.G.Polyachenok. Davlenie nacyschennogo para bromidov yttriya i golmiya (Saturated vapor pressure of yttrium and holmium bromides). *Jurnal Fizicheskoy KHimii (J. Phys. Chem. of USSR)*. 1975. Vol. 49, N8, p. 2159.

4. M.H.Karapetyants. Metody sravnitelnogo rascheta fisiko-khimicheskih svoistv (Methods of comparative calculations for physical-chemical properties). Moscow: *Izdatelstvo 'Nauka'(Publisher «Science»)*, 1965. pp. 403.

5. A. Mahmadmurodov. Termosinamicheskoye issledovanie tribromidov redkozemelnykh elementov (Thermodynamic research of rare earth elements tribromides): *Avtoreferat dissertatsii kandidata himicheskih nayk (Synopsis of PhD Thesis)*. Minsk, 1976. 15 p.

6. A. Mahmadmurodov, N. Temurova, A. Sharipov. Termodinamika paroobrazovaniya bromidov redkozemelnykh elementov (Vaporization Thermodynamics of rare earth elements bromides). *Izvestiya Akademiyi Nayk Tadjikskoy SSR, Otdeleniye fiziki, matematiki i geologiyi (Proceedings of Tajik SSR Academy of Sciencies, Dep. of physics, chemistry and geology). 1*989. no. 1, pp. 39–42.

7. Gary B.D., Green J.W., Bautista R.G., Margrave J.L. The sublimation pressure of calcium (II) fluoride and the dissociation energy of calcium (I) fluoride. *J. Phys. Chem.* 1967. Vol. 67, no. 4, pp. 877–882.

8. Harry B. Skinner, Alan W.Searcy. The vapor pressure, the heat of sublimation, and the evaporation coefficient of praseodymium trifluoride. *J.Phys.Chem.* 1968. Vol. 72, ною 10, pp. 3375-–3381.

9. Kent R.A., Zmbov K.E., Kanan A.S., Besenbruch G., McDonald J.D., Margrave J.L. Mass spectrometric studies at high temperatures. The sublimation pressures of scandium(III), yttrium (III) and lanthanum (III), trifluorides. *J. Inorg. Nucl. Chem.* 1966. Vol. 28, no. 6–7, pp. 1419–1427.

10. Mar R.W., Searcy A.W. The vapor pressure, heat of sublimation, and evaporation coefficient of lanthanum fluoride. *J. Phys. Chem.*1967. Vol. 71, no. 4, pp. 888–894.

11. Petzel T. Uber die thermodynamic der verdampfung von scandium (III)-fluorid. *Z. Anorg. And Allg. Chem.* 1973. Vol. 395, no. 1, pp. 1–18.

12. Shulz D.A., Searcy A.W. Vapor pressure and heat of sublimation of calcium fluoride. *J. Phys. Chem.* 1967. Vol. 67, no. 1, pp. 103–106.

13. Weigel F., Trinkl G. Determination of $GdBr_3$ vapor pressure using crucible Fisher method. *Z. Anorg. And Allg. Chem.* 1970. Vol. 377, no. 3, pp. 228–239.

Рецензенты:

Василев В.А., д.х.н., профессор, РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва;

Бушуев Н.Н., д.т.н., профессор, РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 53.043:911.2:57.013

МОЩНОСТЬ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Бураева Е.А., Малышевский В.С., Нефедов В.С., Тимченко А.А., Горлачев И.А., Семин Л.В., Шиманская Е.И., Триболина А.Н., Кубрин С.П., Гуглев К.А., Толпыгин И.Е., Мартыненко С.В.

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: buraeva_elena@mail.ru, vsmalyshevsky@sfedu.ru, shimamed@yandex.ru, tolpygin@ipoc.sfedu.ru

Проведена оценка мощности эквивалентной дозы гамма-излучения природных и урбанизированных территорий Ростовской области, Краснодарского края и республики Адыгея. Представленные результаты в целом соответствуют среднемировым значениям гамма-фона. В отдельных районах были выявлены отклонения от типичных значений. Приведено объяснение полученных результатов для природных и урбанизированных территорий. В районах проведения исследований на территории республики Адыгея были обнаружены аномалии, в которых измеренные значения сильно отличались от средних показателей. Оценены годовые значения эквивалентной дозы для исследованных территорий. На основании полученных сведений был сделан вывод о необходимости дальнейших радиоэкологических наблюдений в данном регионе. Подчеркнута важность работы по выявлению радиоактивных аномалий с целью предотвращения получения излишней дозовой нагрузки населением.

Ключевые слова: гамма-излучение, эквивалентная доза, природные территории, промышленные территории

EQUIVALENT DOSE OF GAMMA RADIATION AT NATURAL AND URBAN AREAS OF THE NORTH CAUCASUS

Buraeva E.A., Malyshevsky V.S., Nefedov V.C., Timchenko A.A., Gorlachev I.A., Semin L.V., Shimanskaya E.I., Tribolina A.N., Kubrin S.P., Guglev K.A., Tolpygin I.E., Martynenko S.V.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: buraeva_elena@mail.ru, vsmalyshevsky@sfedu.ru, shimamed@yandex.ru, e-mail: tolpygin@ipoc.sfedu.ru

The estimation of equivalent dose of gamma radiation of natural and urban areas of the North Caucasus has been done. The results correspond to the average in the world. In some areas the deviations from the typical values have been identified. The explanation of the results for the natural and urban areas has been done. In the areas of the Republic of Adygea the abnormal deviation from the average were found. The average value of equivalent dose for the studied areas has been estimated. The further radio-ecological observations in the region are required. It is important to identify the radioactive anomalies in order to avoid making higher radiation exposure of the population.

Keywords: gamma radiation, equivalent dose, natural areas, industrial areas

Изучению радиоактивности природных [4–6, 9, 13] и урбанизированных [1, 7, 10, 11, 12] территорий посвящено множество публикаций. В качестве основного критерия оценки загрязнения территории используется мощность эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) [3]. В зависимости от территориальных особенностей значения естественного гамма фона могут меняться в достаточно широких пределах. Значительные вариации МЭД связаны как с особенностями геологического и тектонического строения регионов, так и с наличием техногенного влияния – разработкой месторождений полезных ископаемых, выбросами в результате ядерных инцидентов, внесением удобрений и др. [2].

В большинстве исследуемых природных регионов мира гамма-фон варьируется в пределах 0,2–0,4 мкЗв/ч [4, 13]. В то же время существуют зоны с аномально высокими значениями МЭД, например, в Национальном парке Агбабу (юго-западная часть Нигерии) значения фона варьируются от 10 до 30 мкЗв/ч при среднем его значении 20 мкЗв/ч [6, 9]. На урбанизированных территориях гамма-фон также в целом составляет от 0,03–0,25 мкЗв/ч [7, 8, 10, 11, 12], при среднемировом значении 0,1 мкЗв/ч [2].

В целом достаточно широкие значения МЭД различных регионов и наличие радиоактивных аномалий на отдельных участках делают актуальной проблему оценки радиоактивности объектов и территорий. Подобные исследования позволяют определить естественный гамма-фон изучаемых районов, оценить дозы облучения населения от природных источников гамма-излучения и выявить непригодные для деятельности человека территории.

Материалы и методы их исследования

В качестве объектов исследования был выбран ряд участков, находящихся в Ростовской области, Краснодарском крае и Республике Адыгея.

В Ростовской области оценка мощности эквивалентной дозы гамма-излучения проводилась в городах: Ростов-на-Дону, Новочеркасск, Таганрог, а также в ст. Старочеркасской. В качестве природных территорий Ростовской области в данной работе были выбраны целинные и залежные участки в Орловском, Аксайском, Цимлянском, Дубовском и Волгодонском районах, включая 30-километровую зону наблюдения Ростовской АЭС. Ландшафт Ростовской области представлен степями и пойменными участками реки Дон, почвы которых сформированы преимущественно на известняках, желтых глинах и аллювиальных отложениях. В данном регионе сильно развиты промышленность, производство, сельское хозяйство и атомная энергетика (Ростовская атомная электростанция).

В Краснодарском крае наблюдения на природных участках проводились в Кущевском районе. Урбанизированные территории Краснодарского края представлены в основном селами, расположенными в предгорной части Главного Кавказского хребта вдоль побережья Черного моря (Вардане, Верхнениколаевское, Высокое и др.). Краснодарский край делится рекой Кубань на две части: северную – равнинную (2/3 территории), расположенную на Кубано-Приазовской низменности, и южную – предгорную и горную (1/3 территории), расположенную в западной высокогорной части Большого Кавказа. Ведущее место в структуре промышленности принадлежит перерабатывающим производствам и пищевой отрасли. Достаточно развиты электроэнергетика, топливная отрасль, машиностроение и металлообработка, туризм и курортное дело. Доля химической, лесной и легкой промышленности незначительна.

Территорию Республики Адыгея можно условно разделить на северную часть, которая представлена равнинами и поймами рек, и южную, которая находится в предгорьях и горах Главного Кавказского хребта. Около 40% территории занимают широколиственные леса. Оценка мощности эквивалентной дозы гамма-излучения проводилась в г. Майкоп и ряде населенных пунктов Майкопского района, а также на луговых и лесных участках предгорий. Урбанизированные территории представлены населенными пунктами: г. Майкоп, п. Каменомостский, с. Победа, с. Никель, ст. Даховская, ст. Абадзехская, с. Севастопольское и с. Новосвободное и месторождениями полезных ископаемых Майкопского района. В основном населенные пункты данной территории имеют малую численность населения и невысокую плотность застройки.

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения измеряли пешеходной гамма-съемкой с помощью дозиметров-радиометров ДРБП-03, СРП-88н и ДКС-96 на высоте 1 м от поверхности почвенного покрова. Погрешность оценки МЭД не превышает 15%.

Результаты исследования и их обсуждение

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения по районам Ростовской области и Краснодарского края варьируется в пределах от 0,05 до 0,29 мкЗв/ч, при среднем значении мощности эквивалентной дозы 0,15 мкЗв/ч (табл. 1, рисунок 1, а-г). На большинстве природных территорий данных регионов гамма-фон находится в пределах 0,08–0,20 мкЗв/ч (рисунок 1, б, г), что не превышает значений МЭД, установленных в [3] (0,2 мкЗв/ч) и соответствует среднемировому гамма-фону (0,1 мкЗв/ч). Для г. Ростова-на-Дону мощность эквивалентной дозы гамма-излучения соответствует данным по Ростовской области (табл. 1).

Для городских (урбанизированных) территорий Ростовской области (рисунок 1, а) распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения неоднородное. Имеют место как районы с гамма-фоном на уровне 0,09–0,15 мкЗв/ч, так и участки с фоном в пределах 0,22–0,29 мкЗв/ч. Подобное распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на урбанизированных территориях связано с неоднородностью застройки, чередованием парковых зон и загруженных автомобильных магистралей, а также с использованием различных строительных материалов при возведении зданий и объектов.

Республика Адыгея имеет крайне неоднородный и сложный рельеф с горными и равнинными участками. Радиоактивность данных территорий в значительной мере зависит от глубины залегания материнских пород, наличия проявлений урана и зон тектонических разломов [2].

На природных территориях измерения проводились в ущельях рек Белая и Сюк, в смешанных лесах, прилегающих к пойме реки Белая, и на луговых территориях, в том числе на плато Лаго-Наки. Радиационный фон на данных территориях также варьируется в значительных пределах (табл. 2). Дополнительные дозовые нагрузки могут вносить эманации радона и выходы гранитов на поверхность Земли. Коренные породы залегают неглубоко – от 20 см до 1 м и вследствие оползней и селей могут быть оголены.

На территории Республики Адыгея имеют место радиоактивные аномалии с повышенным гамма-фоном. Они могут быть как естественного происхождения, например, участки с проявлениями урана, так и искусственного, например, штольни и отвалы, а также некоторые источники водоснабжения, которые ведут забор воды из водоносных слоев, сформированных на радиоактивных пластах. В табл. 2 приведены сведения для аномалий, которые были обнаружены как на территориях населенных пунктов, так и на природных участках в экспедициях 2003 и 2010–2012 гг. Разброс значений мощности эквивалентной дозы крайне велик. Сами аномалии распределены неравномерно.

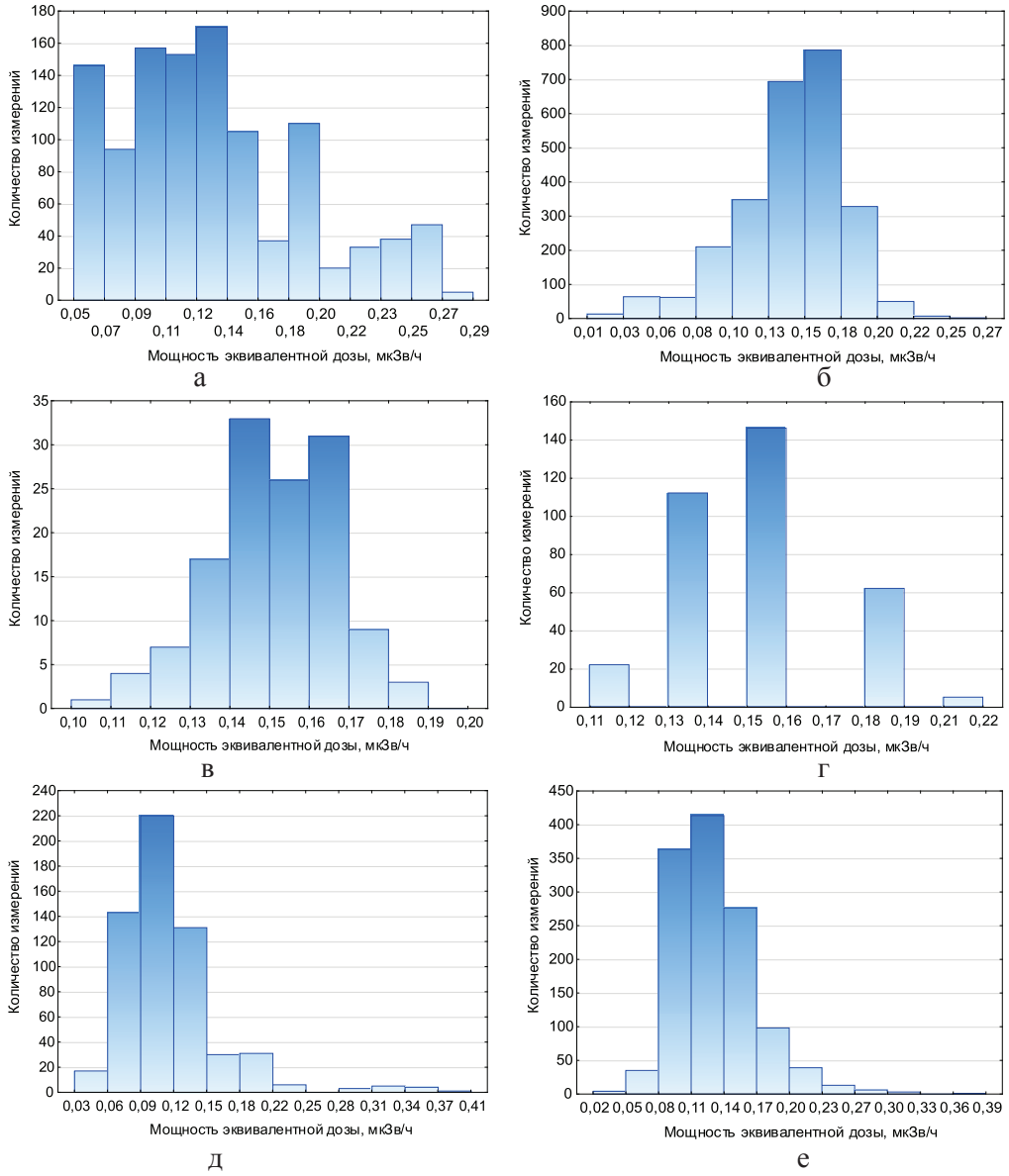


Диаграмма распределения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения урбанизированных территорий Ростовской области (а), природных территорий Ростовской области (б), урбанизированных территорий Краснодарского края (в), природных территорий Краснодарского края (г), урбанизированных территорий Республики Адыгея (д), природных территорий Республики Адыгея (е)

Распределение мощности эквивалентной дозы варьируется в широких пределах (табл. 2, рисунок д-е). Источниками высоких значений мощности эквивалентной дозы урбанизированных районов могут служить объекты питьевого водоснабжения (колодцы, колонки, скважины), строительные материалы, а также эманации радона. ^{222}Rn хорошо растворим в воде, обладает высокой скоростью эманации с поверхности земли и может свободно выходить на поверхность по трещинам и разломам горных пород.

Выявленные в аномалиях значения МЭД свыше 1 мкЗв/ч делают их потенциально опасными для здоровья человека. Измеренные величины свидетельствуют о высокой вероятности превышения предельно допустимых значений законодательно нормируемых характеристик установленных в [3] для радионуклидов. Длительное нахождение в таком месте может привести к получению заметной дозы облучения. Отдельную опасность представляет случайное попадание концентрированных количеств радионуклидов из областей аномалий в организм человека. Поиск, локализация и изоляция таких участков является важной задачей. Пешеходная гамма-съемка хоть и дает хорошее разрешение, но не в силах охватить большие

территории, на которых могут присутствовать радиоактивные аномалии, как например, на территории Республики Адыгея. Кроме того необходимо проводить учет аномальных участков и устанавливать в местах их нахождения предупреждающие знаки.

Таблица 1

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения

Территория	Минимальное значение, мкЗв/ч	Максимальное значение, мкЗв/ч	Среднее значение, мкЗв/ч	Стандартное отклонение
Ростовская область	0,05	0,29	0,14	0,04
Урбанизированные территории Ростовской области	0,05	0,29	0,13	0,02
Природные территории Ростовской области	0,05	0,27	0,14	0,02
Урбанизированные территории Краснодарского края	0,11	0,19	0,16	0.02
Природные территории Краснодарского края	0,11	0,22	0,16	0,02

Таблица 2

Гамма-фон территорий Республики Адыгея

Территории	Минимальное значение МЭД, мкЗв/ч	Максимальное значение МЭД, мкЗв/ч	Среднее значение МЭД, мкЗв/ч	Стандартное отклонение
По республике	0,02	0,97	0,19	0,16
Урбанизированные	0,03	0,97	0,24	0,21
Природные	0,02	0,39	0,13	0,04
Аномалии	1,00	37,72	3,37	6,45

Также в данной работе оценивалась годовая эффективная доза для населения [3]. Расчет годовой эффективной дозы проводился, исходя из принципа, что фон в течение года стабилен и человек облучается равномерно.

Таблица 3

Оценка годовой эффективной дозы для урбанизированных и природных территорий Ростовской области

Территории	Минимальное значение, мЗв/г	Максимальное значение, мЗв/г	Среднее значение, мЗв/г	Стандартное отклонение
Ростовская область				
Урбанизированные	0,44	2,55	1,38	0,56
Природные	0,44	2,13	1,22	0,31
Краснодарский край				
Урбанизированные	0,96	1,66	1,37	0,14
Природные	0,95	1,36	1,36	0,16
Республика Адыгея				
Урбанизированные	0,24	8,54	2,12	1,82
Природные	0,14	3,43	1,19	0,34
Аномалии	8,78	331,33	29,63	56,63

В целом на урбанизированных и природных территориях население получает примерно одинаковые дозы (табл. 3). Однако годовая эффективная доза, получаемая населением на урбанизированных и природных территориях горных районов, может значительно разниться. Аномальные участки могут вносить значительный вклад в индивидуальную дозовую нагрузку человека как за счет внутреннего, так и внешнего облучения.

Допустимые значения для эффективной дозы в условиях воздействия естественных радионуклидов, согласно [3], не устанавливаются. Но существуют ограничения по МЭД на участках застройки, на которых её значение не должно превышать мощности дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч [3]. Установлены нормы качества питьевой воды по радиационной безопасности в условиях воздействия как техногенных, так и природных радионуклидов [3].

Отметим, что в случае радиационной аварии, согласно [3], территории со значениями годовой эффективной дозы от 1

до 5 мЗв/г относятся к зонам радиационного контроля. При этом большинство исследуемых районов Северного Кавказа (табл. 3) относятся к территориям, в которых годовая эффективная доза гамма-излучения населения, обусловленная исключительно естественными радионуклидами также может составлять от 1 до 5 и даже более мЗв/г. Поэтому эти районы требуют организации радиоэкологического мониторинга.

Выводы

Оценены мощности эквивалентных доз гамма-излучения природных и урбанизированных территорий (табл. 1, 2). Данные хорошо согласуются друг с другом и со среднемировыми значениями в интервале 0,1 мкЗв/ч.

На территории Республики Адыгея присутствуют радиоактивные аномалии. Определена годовая эффективная доза облучения населения природных и городских территорий для фоновых территорий и районов с радиоактивными аномалиями (табл. 3). Все исследованные участки относятся к зонам вмешательства, для которых требуется дозиметрический контроль объектов и территорий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (№ 14.A18.21.0633).

Список литературы

1. Джамилова С.М. Оценка характеристик гамма-поля территорий городов и поселков Акмолинской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 9 (83).– С. 51–54.

2. Давыдов М.Г. Радиоэкология: учебник для вузов. / М.Г. Давыдов, Е.А. Бураева, Л.В. Зорина, В.С. Малышевский, В.В. Стасов. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2013. – 635 с.

3. СанПин 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко от 7 июля 2009 г № 47 с 01 сентября 2009 г.

4. Chernyago B.P. Current radiation environment in the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory / B.P. Chernyago, A.I. Nepomnyashchikh, V.I. Medvedev // Russian Geology and Geophysics. – 2012. – Vol. 53. – P. 926–935.

5. Chougankar M.P. Profiles of doses to population living in the high background radiation areas in Kerala / M.P. Chougankar, K.P. Eappen, T.V. Ramachandran // J. Environ. Radioact. – 2003. – № 71. – P. 275–295.

6. Fasasi M.K. Natural radioactivity of the tar-sand deposits of Ondo State, Southwest Nigeria / M.K. Fasasi, A.A. Oyawale, C.E. Mokobia, P. Tchososssa, T.R. Ajayi, F.A. Balogun // Nucl. Instrum. and Methods. – 2003. – № 505. – P. 449–453.

7. Gupta M. Measurement of natural radioactivity and radon exhalation rate in fly ash samples from a thermal power plant and estimation of radiation doses. / M. Gupta, A.K. Mahur, R. Varshney, R.G. Sonkawade, K.D. Verma, R. Prasad. // Radiation Measurements. – 2013. Vol. 50. – P. 160–165.

8. Hewamanna R. Natural radioactivity and gamma dose from Sri Lankan clay bricks used in building construction. / R. Hewamanna, C.S. Sumithrarachchi, P. Mahawatte, H.L.C. Nanayakkara, H.C. Ratnayake // Appl. Rad. Isotopes. – 2001. – Vol. 54. – P. 365–369.

9. Isinkaye O.M. Radiometric assessment of natural radioactivity levels of bituminous soil in Agbabu, southwest Nigeria // Radiation Measurements. – 2008. – Vol. 43. – P. 125–128.

10. Ravisankar R. Measurement of natural radioactivity in building materials of Namakkal, Tamil Nadu, India using gamma-ray spectrometry / R. Ravisankar, K. Vanasundari, A. Chandrasekaran, A. Rajalakshmi, M. Suganya, P. Vijayagopal, V. Meenakshisundaram // Appl. Rad. and Isotopes. – 2012. – Vol. 70. – P. 699–704.

11. Sabyasachi P. Detection of low level gaseous releases and dose evaluation from continuous gamma dose measurements using a wavelet transformation technique / P. Sabyasachi, D.D. Rao, P.K. Sarkar // Appl. Rad. and Isotopes. – 2012. – Vol. 70. – P. 2569–2580.

12. Shweikani R. Natural radiation background in the ancient city of Palmyra. / R. Shweikani, M.S. Al-Masri, M. Hushari, G. Raja, M. Aissa, R. Al-Hent // Radiation Measurements. – 2012. –Vol. 47. – P. 557–560.

13. Song G. Natural radioactivity levels in topsoil from the Pearl River Delta Zone, Guangdong, China / G. Song, D. Chen, Z. Tang, Z. Zhang, W. Xie. // J. of Env. Radioactivity. – 2012. – Vol. 103. – P. 48–53.

References

1. Dzhamilova S.M. Ocenka harakteristik gamma-polja territorij gorodov i poselkov Akmolinskoj oblasti // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. no. 9 (83). pp. 51–54.

2. Davydov M.G. Radiojekologija: uchebnik dlja vuzov / M.G. Davydov, E.A. Buraeva, L.V. Zorina, V.S. Malyshevskij, V.V. Stasov. Rostov-na-Donu: Feniks, 2013. 635 p.

3. SanPin 2.6.1.2523-09 Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009). Utverzhdeny i vvedeny v dejstvie postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federacii G.G. Onishhenko ot 7 ijulja 2009 no. 47 p 01 sentjabrja 2009.

4. Chernyago B.P. Current radiation environment in the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory / B.P. Chernyago, A.I. Nepomnyashchikh, V.I. Medvedev. // Russian Geology and Geophysics. 2012. Vol. 53. pp. 926–935.

5. Chougankar M.P. Profiles of doses to population living in the high background radiation areas in Kerala / M.P. Chougankar, K.P. Eappen, T.V. Ramachandran. // J. Environ. Radioact. 2003. no. 71. pp. 275–295.

6. Fasasi M.K. Natural radioactivity of the tar-sand deposits of Ondo State, Southwest Nigeria / M.K. Fasasi, A.A. Oyawale, C.E. Mokobia, P. Tchososssa, T.R. Ajayi, F.A. Balogun. // Nucl. Instrum. and Methods. 2003. no. 505. pp. 449–453.

7. Gupta M. Measurement of natural radioactivity and radon exhalation rate in fly ash samples from a thermal power plant and estimation of radiation doses / M. Gupta, A.K. Mahur, R. Varshney, R.G. Sonkawade, K.D. Verma, R. Prasad. // Radiation Measurements. 2013. Vol. 50. pp. 160–165.

8. Hewamanna R. Natural radioactivity and gamma dose from Sri Lankan clay bricks used in building construction / R. Hewamanna, C.S. Sumithrarachchi, P. Mahawatte, H.L.C. Nanayakkara, H.C. Ratnayake // Appl. Rad. Isotopes. 2001. Vol. 54. pp. 365–369.

9. Isinkaye O.M. Radiometric assessment of natural radioactivity levels of bituminous soil in Agbabu, southwest Nigeria // Radiation Measurements. 2008. Vol. 43. pp. 125–128.

10. Ravisankar R. Measurement of natural radioactivity in building materials of Namakkal, Tamil Nadu, India using gamma-ray spectrometry / R. Ravisankar, K. Vanasundari, A. Chandrasekaran, A. Rajalakshmi, M. Suganya, P. Vijayagopal, V. Meenakshisundaram // Appl. Rad. and Isotopes. 2012. Vol. 70. pp. 699–704.

11. Sabyasachi P. Detection of low level gaseous releases and dose evaluation from continuous gamma dose measurements using a wavelet transformation technique. / P. Sabyasachi, D.D. Rao, P.K. Sarkar. // Appl. Rad. and Isotopes. 2012. Vol. 70. pp. 2569–2580.

12. Shweikani R. Natural radiation background in the ancient city of Palmyra. / R. Shweikani, M.S. Al-Masri, M. Hushari, G. Raja, M. Aissa, R. Al-Hent // Radiation Measurements. 2012. Vol. 47. pp. 557–560.

13. Song G. Natural radioactivity levels in topsoil from the Pearl River Delta Zone, Guangdong, China / G. Song, D. Chen, Z. Tang, Z. Zhang, W. Xie. // J. of Env. Radioactivity. 2012. Vol. 103. pp. 48–53.

Рецензенты:

Вардуни Т.В., д.п.н., к.б.н., профессор, заведующая отделом экологических инноваций Научно-исследовательского института биологии, ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону;

Симонович Е.И., д.б.н., старший научный сотрудник Научно-исследовательского института биологии, ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 57.073, 57.086.161, 57.086.2/3

УЛЬТРАСТРУКТУРНОЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ ИЗ ОСТАНКОВ НЕКОТОРЫХ СТАРЫХ ЗАХОРОНЕНИЙ ПОВОЛЖЬЯ

[1]Волкова Е.В., [2]Газимзянов И.Р., [1,2]Кравцова О.А.

[1]ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, e-mail: erminea.wolf@gmail.com, okravz@rambler.ru;

[2]НЦАИ «Институт истории им Ш. Марджани АН РТ», Казань, e-mail: g-ilgizar@yandex.ru

Данная работа направлена на оптимизацию гистохимического исследования костной ткани человека для оценки степени сохранности древних образцов ДНК. Объектами исследования служили срезы костной ткани человека из могильников, расположенных на территории Среднего Поволжья, датируемых IX – XIV вв. Для оценки наличия клеточных элементов, посторонних включений, определения целостности структуры костной ткани использовали метод трансмиссионной электронной микроскопии; для обнаружения ДНК использован метод конфокальной микроскопии с использованием дифференциального окрашивания нуклеиновых кислот акридиновым оранжевым. В результате комплексного исследования оптимизирована методика подготовки и окрашивания срезов костной ткани человека из древних захоронений для конфокальной микроскопии, которая позволила выявить присутствие эндогенных молекул древней ДНК. В то же время дополнительный анализ методом трансмиссионной микроскопии показал отсутствие выраженных включений экзогенного происхождения, что создаёт предпосылки для возможности успешного в дальнейшем процесса выделения и амплификации молекул древней ДНК.

Ключевые слова: костная ткань, древняя ДНК, ультраструктурный анализ, конфокальная микроскопия, акридиновый оранжевый, автофлуоресценция

ULTRASTRUCTURAL AND HISTOCHEMICAL RESEARCH OF BONE TISSUE FROM REMAINS OF SEVERAL ANCIENT SEPULTURES OF THE VOLGA REGION

[1]Volkova E.V., [2]Gazimzyanov I.R., [1,2]Kravtsova O.A.

[1]Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: erminea.wolf@gmail.com, okravz@rambler.ru;

[2]National Center of archaeological researches of Academy of Sciences of Tatarstan, Kazan, e-mail: history@tataroved.ru

This work refers to refinement histochemical and ultrastructural research of human bone tissue for degree of ancient DNA assessment. Subjects of inquiry were bone tissue slices from Volga region sepulturesdated the period of IX – XIV centuries. For detection of any organoids or contaminats and to determine the ultrastructural integrity we used transmission electron microscopy. For DNA search we used confocal microscopy with specific nucleic acid stain with acridine orange. As a result of the comprehensive investigation histochemical technique for ancient bone tissue was refined. This technique for confocal microscopy application allows to show the presence of endogenous ancient DNA molecules. At the same time additional transmission electron microscopy shows absence of marked contamination thus in future we may have successful extraction and amplification ancient DNA molecules from chosen samples.

Keywords: bone tissue, ancient DNA, ultrastructural analysis, confocal microscopy, acridine orange, autofluorescence

Гистохимический анализ и ультраструктурное исследование образцов древних костной ткани на сегодняшний день является одним из важных этапов подготовки к последующему молекулярно-генетическому анализу, поскольку позволяет выявить образцы, показавшие хорошую гистологическую сохранность и положительные гистохимические тесты на наличие эндогенной ДНК [8, 6]. Кроме определения микроструктуры палеонтологических образцов, оценки степени их сохранности, немаловажным является и выявление экзогенных источников нуклеиновых кислот (ДНК микроорганизмов, грибов, современного человека), что позволяет исключить такие образцы из дальнейшего анализа [8].

Ранее методом трансмиссионной и поляризационной световой микроскопии рядом авторов охарактеризована гистологическая микроструктура образцов древней костной ткани как человека, так и животных, которая в ряде случаев воспроизводила микроструктуру современной костной ткани, но большинство объектов характеризовалось крайне плохой степенью сохранности (отсутствие остеонов и их фрагментов) [6]. При этом отмечается, что существует определённая корреляционная зависимость между степенью сохранности костной ткани и эффективностью дальнейшего молекулярно-генетического исследования [8, 14, 6].

Однако предполагается, что основным показателем успешности амплификации ДНК является не столько наличие микроструктуры, сколько вероятность контаминации древних образцов экзогенной ДНК, которые могут конкурировать с эндогенными молекулами ДНК в ходе проведения ПЦР [5]. Таким образом, необходимо оценивать не столько гистологическую микроструктуру древних образцов костной ткани, сколько

наличие в образцах именно эндогенной ДНК, что на сегодняшний день позволяет проводить метод конфокальной микроскопии с использованием специфических красителей.

На сегодняшний день разработаны методики окрашивания нуклеиновых кислот при проведении конфокальной микроскопии срезов современной кости, однако для современной костной ткани и древней требуются разные методики подготовки срезов в силу их различного физического состояния. Свежая костная ткань сложна для анализа с той точки зрения, что срез должен быть доступен для просвечивания лучом и поэтому должен быть декальцинирован, в то время как в древней кости кислотная декальцинация может вызвать гидролиз и без того деградированной ДНК, которая, возможно, присутствовует в образцах [13]. По этой же причине затруднительно прямое сравнение результатов, полученных при исследовании, о чём следует помнить, когда современная кость используется в качестве контроля.

Исходя из всего вышеупомянутого, возникла потребность в простой и быстрой методике подготовки древней костной ткани для ультраструктурной и гистохимической характеристики образцов костной ткани человека из древних захоронений.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования служили образцы древней костной ткани человека, датируемые IX–XIV вв., обнаруженные в ходе археологических экспедиций на территории Среднего Поволжья: седалищная кость таза (XIII–XIV вв.), теменная кость черепа (IX–X вв.), ребро (XI–XII вв.), бедренная кость (XIV в.), лучевая кость (XIV в.), нижнечелюстная кость (XIV в.). Перед подготовкой к микроскопии все кости были тщательно промыты дистиллированной водой, высушены и подвергнуты обработке ультрафиолетовым светом в течение 15 минут.

Для ультраструктурного исследования обработку ткани проводили по методике Everts et al. (2000). Срезы костной ткани толщиной 1–2 мм фиксировали в 4% параформальдегиде и 1% глутаровом альдегиде на 0,1 М какодилатном буфере (0,2 М какодилат натрия, 0,07 М NaOH, pH 7.4) при комнатной температуре в течение 4 часов, затем оставляли на ночь в свежей смене фиксатора. Продолжая фиксацию, срезы переносили в декальцинирующий раствор, состоящий из 1,9% глутарового альдегида и 0.15М ЭДТА в 0,06 М какодилатном буфере. Ткань декальцинировалась в процессе фиксации в течение 14 дней при 4°С. Через каждые 5 дней проводили смену фиксатора на свежую порцию. После отмывки в том же буфере в течение 12 часов образцы переносили в фиксирующий раствор 1% OsO_4 на 0,075 М какодилатном буфере с последующей отмывкой в 0,1 М какодилатном буфере в течение 4 часов. Обезвоживание образцов проводили в градиенте этанола (от 70 до 96% с шагом в 10%) с последующей заливкой в эпоксидную смолу [6]. Далее были получены ультратонкие срезы толщиной 80 нм (LKB 2088 UltrotomeV, Швеция), контрастирование срезов проводили «методом капли» Everts et al. (2000) в 3,5% раствором уранил ацетата и цитратом свинца. Срезы просматривали на трансмиссионном электронном микроскопе JEM-1200 EX, JEOL (Япония) при увеличении 3, 6, 8 и 15 тыс. раз.

Для гистохимического исследования использовали модифицированную методику Zheng et al. (1997). Из образцов костной ткани, предварительно нарезанной кубическими фрагментами размером 4×4×4 мм с помощью лобзика (пилка по дереву, 13 см), и замороженной при –23°С, готовили криосрезы толщиной 100 мкм (Microm HM 550 Thermo scientific, США), после чего фиксировали в 70% этаноле в течение 30 минут. Далее проводили окраску полученных препаратов 1% раствором акридинового оранжевого в 100 мМ ацетатном буфере (pH 4,2) в течение 30 минут с последующей 4-кратной отмывкой ацетатным буфером, затем подготовленные срезы помещали в водно-глицериновую смесь (1:1) под покровное стекло. Анализ срезов проводили на конфокальном микроскопе LSM-510 Meta Carl Zeiss (Германия) с объективом LD Plan-Neofluar 40x/0.6 Korr с фильтрами BP 505-530 при возбуждающем луче лазера 488 нм.

Результаты исследования и их обсуждение

Ультраструктурное исследование

В ходе ультраструктурного исследования во всех образцах выявлено отсутствие клеток и органелл, независимо от возраста образца. На примере образца седалищной кости таза была показана целостность ультраструктуры, естественная пористость костной ткани, богатый коллагеновый матрикс, регулярное повторение главного структурного периода которого на протяжении фибрилл можно видеть благодаря характерной продольной «полосатости» (рис. 1). Кристаллы гидроксиапатита выявлены не были ввиду хорошей декальцинации.

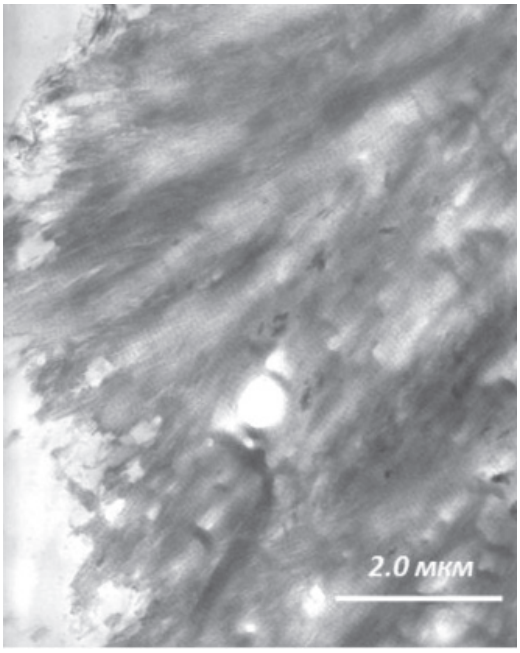
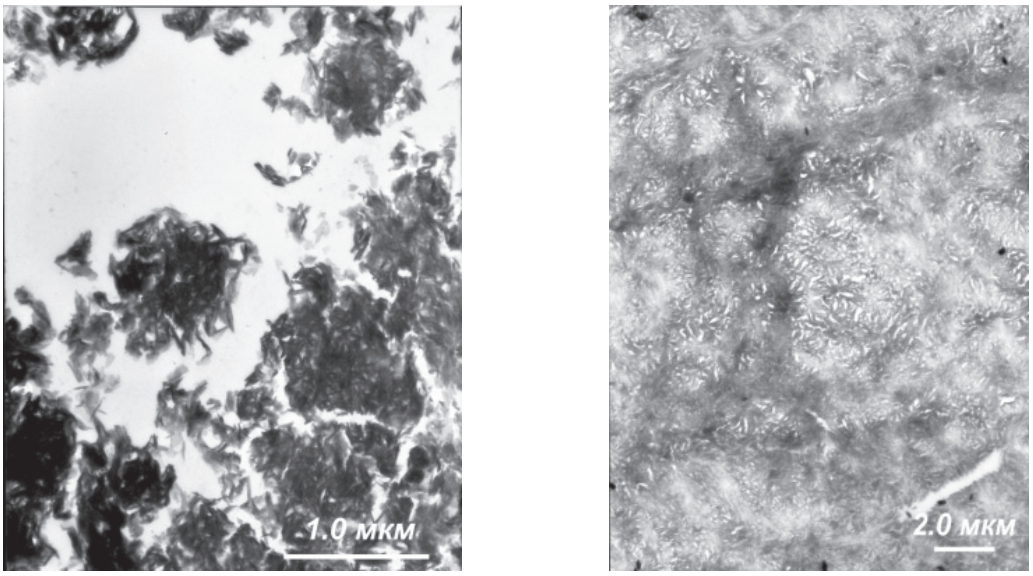


Рис. 1. Электронная микрофотография срезов костной ткани, ув. 3000х

При исследовании теменной кости черепа местами была обнаружена повреждённая надкостница (рис. 2, а). Основное вещество кости также демонстрирует обильную пористость (рис. 2, б), что, возможно, связано с «высыханием» кости, потерей плотности в процессе диагенеза. Посторонних включений экзогенного происхождения выявлено не было ни в одном из образцов.



а б

Рис. 2. Электронная микрофотография срезов костной ткани теменной кости черепа: а – ув. 8000х; б – 6000х

На следующем этапе проводили выявление нуклеиновых кислот в срезах методом контрастирования. Одним из наиболее распространенных методов выявления ДНК и РНК в современных образцах животного происхождения является последовательное окрашивание уранилацетатом и цитратом свинца по Рейнольдсу [2]. Уранилацетат сильно увеличивает контраст ДНК и РНК, но окрашивает также, хотя и в меньшей степени, белки, вследствие чего его считают селективным, но не специфическим красителем для нуклеиновых кислот [2]. Специфическое ДНК окрашивание другим красителем – DAPI (4’-6’-диамино-2-фенилиндол), который связывается с малой бороздой ДНК, в световой микроскопии показало слабую корреляцию с традиционным окрашиванием солями урана и свинца в ТЭМ [4].

В исследуемых образцах при стандартной методике окрашивания уранилацетатом следов эндогенной ДНК не обнаружено, так же как и не было выявлено следов экзогенной ДНК и РНК. Вероятнее всего, связано это может быть с тем, что при подготовке срезов для гистологической характеристики минерализованной костной ткани рекомендуется проводить этап декальцинации для улучшения проникновения заливочной среды в ткань и во избежание трудностей при получении срезов [7]. Однако необходимо учитывать то обстоятельство, что ДНК может адсорбироваться на гидроксиапатите [5]. В то же время при интенсивной декальцинации, по-видимому, происходят потери ДНК, связанные с высвобождением минерала кости, поэтому ультраструктурный анализ в данном случае не даёт чёткого представления о сохранности и локализации ДНК.

Гистохимическое исследование

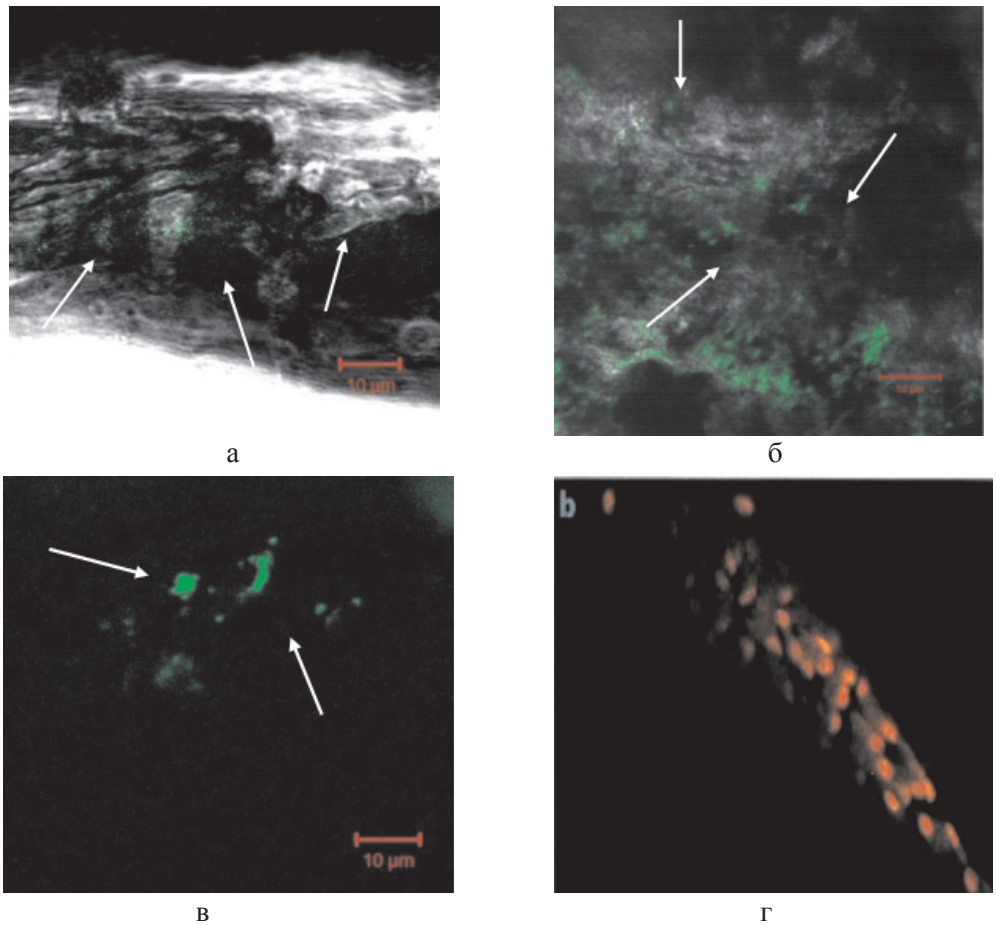
Гистохимическое выявление ДНК в срезах древней костной ткани проводили методом конфокальной микроскопии, которая аналогична стандартной световой и/или флуоресцентной в плане разрешения. Однако вместо световой волны видимого диапазона, который проходит сквозь тонкий срез залитой ткани, в качестве источника освещения используется лазер с определённой длиной волны возбуждения, что используется для определения локализующих иммунологичеких проб или специальных красителей, которые связываются с молекулярными компонентами тканей.

При окрашивании ДНК используются флюуорохромы-интеркаляторы, такие как Хёкст (Hoescht) 33258, DAPI и хромомицин А3 (CMA). Качественный анализ не показывает различий в интенсивности флюоресценции между древней и современной костью, хотя в древней кости значительно снижено число DAPI- и CMA-позитивно окрашенных лакун остеоцитов [8]. Мы в своей работе использовали другой

специфичный для нуклеиновых кислот краситель – акридиновый оранжевый, молекулы которого по-разному взаимодействуют с однонитевыми и двунитевыми молекулами РНК и ДНК: под действием ультрафиолетового излучения краситель, связанный с однонитевой ДНК и РНК, флюоресцирует в диапазоне 640 нм (красный спектр), тогда как при связывании с двунитевой ДНК максимум флюоресценции наблюдается в районе 560 нм (зелёный спектр). Кроме того, использование в качестве растворителя акридинового оранжевого ацетатного буфера (pH 4,2) позволяет получить резкие цветовые различия между ДНК и РНК [1].

Для подготовки срезов для конфокальной микроскопии нами была использована методика, предложенная M.H. Zheng и соавт. для современной костной ткани [15], которая основана на получении криосреза с последующей фиксацией в 70% этаноле и окрашиванием акридиновым оранжевым, при этом отсутствие процедур заливки и декальцинации максимизируют флуоресцентный сигнал [13]. Однако недостатком исходной методики является использование в качестве заливочной среды желатин – глицеринового геля (1:1), который, как оказалось, даёт сильную автофлуоресценцию. В связи с этим заливочный гель был заменен на смесь глицерин-вода (1:1).

Хотя сама костная ткань обладает незначительной автофлуоресценцией, в результате оптимизации методики нами получены срезы, в которых наблюдаются ярко-зелёные неоднородные и рассеянные участки, что говорит о присутствии ДНК в образцах, которая с высокой долей вероятности является эндогенной. При этом отсутствие на срезах участков красного или оранжевого цвета подтверждает отсутствие контаминации экзогенными образцами ДНК и РНК (рис. 3, а–в). В качестве сравнения приведена микрофотография среза свежезамороженной современной кости, на которой обращает на себя внимание скопление клеток вытянутой формы с ярко-оранжевым окрашиванием, свидетельствующим о наличии РНК (рис. 3, г) [15].



а б в г

Рис. 3. Флуоресцентные микрофотографии окрашивания ДНК акридиновым оранжевым в срезах костной ткани:
а – теменная кость; б – лучевая кость; в – нижнечелюстная кость; г – срез образцов современной кости из работы Zheng et al. (1997), краситель акридиновый оранжевый, максимум поглощения 488 нм, стрелками показана ДНК (снимки а–в)

Таким образом, во всех шести образцах нами выявлено присутствие эндогенной двуцепочечной ДНК (зелёные участки), её диффузное расположение с преимущественной локализацией в просветах полостей и лакун.

Заключение

Выбор метода анализа с использованием микроскопии и методики подготовки образцов, как правило, зависит от состояния ткани, целей и задач текущего исследования и производится с учётом его преимуществ и недостатков. Использование ультраструктурного анализа не представляет возможным выявление ДНК в силу необходимости интенсивной декальцинации, поэтому целесообразным является использование гистохимического метода окрашивания срезов для детекции ДНК методом конфокальной микроскопии. Ранее предложенная методика гистохимического окрашивания нуклеиновых кислот в срезах костной ткани показала свою эффективность, однако, учитывая специфику древней костной ткани, была скорректирована нами заменой заливочной среды, которая давала сильный сигнал автофлюоресценции. Таким образом, дифференциальное окрашивание нуклеиновых кислот акридиновым оранжевым позволяет выявить сохранность и присутствие древней ДНК и наличие экзогенной контаминации (в случае обнаружения РНК).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 12-06-96515-р_юг_а «Молекулярно-генетический и антропологический анализ палеоматериала эпохи ранней бронзы Приморского Дагестана (могильник II великентского археологического комплекса)».

Список литературы

1. Сайфитдинова А.Ф. Двумерная флуоресцентная микроскопия для анализа биологических объектов: учебно-методическое пособие. – СПб.: СОЛО, 2008. – 72 с.

2. Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих: пер. с англ. – М.: Изд-во «Мир», 1975. – С. 350.

3. Handbook of histology methods for bone and cartilage / editors Y.H. An, K.L. Martin. – Humana Press Inc., 2003. – P. 588.

4. Methods in cell biology: Nucleic structure and function / editor M. Berrios., Academic Press. – 1998. – Vol. 53. – P. 625.

5. Campos P.F. DNA in ancient bone – Where is it located and how should we extract it? / P.F. Campos, O.E. Craig, G. Turner-Walker, E. Peacock, E. Willerslev, M.T.P. Gilbert// Annals of Anatomy – Anatomischer Anzeiger. – 2012. – Vol. 194. – P. 7–16.

6. Cipollaro M. Histological analysis and ancient DNA amplification of human bone remains found in caius iulius polybius house in pompeii / M. Cipollaro, G. Bernado, A. Forte, G. Galano, L. Masi, U. Galderisi, F.M. Guarino, F. Angelini, A. Cascino // Croat Med J. – 1999. – Vol. 40. (3) – P. 392–397.

7. Everts V., Transmission electron microscopy of bone / V. Everts, A. Niehof, W. Beertsen // Methods in Molecular Medicine. – 2000. – № 80. – P. 299–310.

8. Guarino F.M. Detection of DNA in ancient bones using histochemical methods / F.M. Guarino, F. Angelini, G. Odierna, M.R. Bianco, G. Bernardo, A. Forte, A. Cascino, M. Cipollaro // Biotechnic and Histochemistry. – 2000. – Vol. 75. – P. 110–117.

9. Hagelberg E. Analysis of ancient bone DNA: techniques and applications / E. Hagelberg, S.B. Lynne, T. Allen, A. Boyde, Sh.J. Jones, J.B. Clegg, S. Hummel, T.A. Brown, R.P. Ambler // Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B. – 1991. – Vol. 333. (1268) – P. 399–407.

10. Ancient DNA: recovery and analysis of genetic material from paleontological, archaeological, museum, medical and forensic specimens / editors, B. Herrman, S. Hummel. – Springer-Verlag New York Inc., 1994. – P. 271.

11. Pitol D.L. Microwave-induced fast decalcification of rat bone for electron microscopic analysis: An ultrastructural and cytochemical study / D.L. Pitol, F.H. Caetano, L.O. Lunardi // Braz. Dent. J. – 2007. – Vol. 18. – P. 153–157.

12. Prentice A.I.D. Autofluorescence of bone tissues // J Clin Pathol. – 1967. – Vol. 20(5) – P. 717–719.

13. Schweitzer M.H. Preservation of biomolecules in cancellous bone of Tyrannosaurus Rex // M.H. Schweitzer, C. Johnson, T.G. Zocco et al. // Journal of Vertebrate Paleontology. – 1997. – 17(2). – P. 349–359.

14. Schweitzer M.H. Microscopic, chemical and molecular methods for examining fossil preservation / M.H. Schweiter, R. Avci, T. Collier, M.B. Goodwin // Comptes Rendus Palevol. – 2008. – № 7. – P. 159–184.

15. Zheng M.H., A rapid method for assessment of bone architecture by confocal microscopy // M.H. Zheng, H.G. Bruning, S.H. Cody, B. Brankov, D.J. Wood, J.M. Papadimitriou // Histochemical Journal. – 1997. – № 29. – P. 639–643.

References

1. Sayfitdinova A.F., Dvumernaya fluorestsentnaya mikroskopiya dlya analiza biologicheskikh ob'ektov. Uchebno –metodicheskoe posobie. S.-Petersburg: Solo, 2008, pp. 72.

2. Weakley B.S., A Beginner's Handbook in Biological Electron Microscopy // Churchill Livingston (Edinburgh), 1972, pp. 228.

3. An Y.H., Martin K.L., Handbook of histology methods for bone and cartilage// Humana Press Inc., 2003, pp. 588.

4. Berrios M., Methods in cell biology: Nucleic structure and function // Academic Press, 1998, Vol. 53, pp. 625.

5. Campos P.F., DNA in ancient bone – Where is it located and how should we extract it? / Campos P.F., Craig O.E., Turner-Walker G., Peacock E., Willerslev E., Gilbert M.T.P.// Annals of Anatomy – Anatomischer Anzeiger. 2012, Vol. 194, pp. 7–16.

6. Cipollaro M., Histological analysis and ancient DNA amplification of human bone remains found in caius iulius polybius house in pompeii. / Cipollaro M., Bernado G., Forte A., Galano G., Masi L., Galderisi U., Guarino F. M., Angelini F., Cascino A. // Croat Med J. 1999 Vol. 40(3), pp. 392–397.

7. Everts V., Transmission electron microscopy of bone / Everts V., Niehof A., Beertsen W.// Methods in Molecular Medicine. 2003 Vol. 80. pp. 299–310.

8. Guarino F.M., Detection of DNA in ancient bones using histochemical methods / Guarino F.M., Angelini F., Odierna G., Bianco M. R., Bernardo G., Forte A., Cascino A., Cipollaro M. // Biotechnic and Histochemistry. 2000 Vol. 75. no 3. pp. 110–117.

9. Hagelberg, E. Analysis of ancient bone DNA: techniques and applications / Hagelberg E., Lynne S.B., Allen T., Boyde A., Jones Sh.J., Clegg J.B., Hummel S., Brown T.A., Ambler R.P. // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 1991 Vol. 333. no 1268. pp. 399–407.

10. Herrman B. Ancient DNA: recovery and analysis of genetic material from paleontological, archaeological, museum, medical and forensic speciments / editors, Herrman B., Hummel S. // Springer-Verlag New York Inc., 1994, pp. 271.

11. Pitol D.L., Microwave-induced fast decalcification of rat bone for electron microscopic analysis: An ultrastructural and cytochemical study / Pitol D. L., Caetano F. H., Lunardi L. O. // Braz. Dent. J. 2007 Vol. 18. no. 2. pp. 153–157.

12. Prentice A.I.D., Autofluorescence of bone tissues // J Clin Pathol. 1967 Vol. 20. no 5. pp. 717–719.

13. Schweitzer M.H., Preservation of biomolecules in cancellous bone of Tyrannosaurus Rex // Schweitzer M.H., Johnson C., Zocco T.G., Horner J.R., Starkey J.R. // Journal of Vertebrate Paleontology. 1997 Vol. 17. Issue 2. pp. 349–359.

14. Schweitzer M.H., Microscopic, chemical and molecular methods for examining fossil preservation / Schweiter M.H., Avci R., Collier T., Goodwin M.B. // Comptes Rendus Palevol. 2008.Vol 7. Issue 2. pp. 159–184.

15. Zheng M.H., A rapid method for assessment of bone architecture by confocal microscopy // Zheng M.H., Bruning H.G., Cody S.H., Brankov B., Wood D.J., Papadimitriou J.M. // Histochemical Journal. 1997. Vol. 29. no. 8. pp. 639–643.

Рецензенты:

Абрамова З.И., д.б.н., профессор кафедры биохимии, заведующая НИЛ биохимии нуклеиновых кислот (БНК) ИФМиБ, ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань;

Голубев А.И., д.б.н., профессор кафедры зоологии беспозвоночных и функциональной гистологии, ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 611.018

ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАДПОЧЕЧНИКА КРЫСЫ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИРУРГИЧЕСКИМ ЛАЗЕРОМ НА СРЕДНЕСРОЧНОМ ЭТАПЕ

Кемоклидзе К.Г., Тюмина Н.А.

ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Минздрава РФ, Ярославль, e-mail: k_g_k@mail.ru

Проведено гистологическое исследование надпочечника крысы после воздействия хирургическим лазером с энергией 71,25 Дж на среднесрочном этапе (с 5 по 14 сутки). Выяснено, что в указанный срок в пораженной части органа наблюдается формирование и созревание грануляционной ткани, тесно связанной с капсулой органа, значительная кровяная экссудация и отёк (наибольший на 7 сутки), обильное заселение фибробластами, полиморфноядерными лейкоцитами и фагоцитами (в большей степени одноядерными макрофагами, в меньшей – многоядерными гигантскими клетками). Абляционная каверна деформируется и зарастает грануляционной тканью. Струп и зона губчатого некроза фрагментируются. К 7 суткам в струпе сохраняется только светлоокрашенная внутренняя его часть, что, очевидно, связано с тем, что темноокрашенная обугленная поверхность струпа более ломкая и под действием разрастающейся грануляционной ткани крошится и отслаивается от более пластичной внутренней части, прочно связанной с нижележащими слоями. Ярко выраженная экссудация компонентами крови в поражённой части надпочечника, нехарактерная при лазерном повреждении других паренхиматозных органов, предположительно, объясняется исключительно богатым кровоснабжением надпочечника. Выжившая часть паренхимы надпочечника имеет нормальную морфологию, относительно стабильна весь период наблюдения, при этом граница некроз/выживание контрастируется. На 5 сутки в зоне некроза, примыкающей к неповреждённой части, встречаются отдельные выжившие и изолированные от своей популяции эндокриноциты, к 7 суткам они исчезают. Можно предположить, что эти клетки ранее были смертельно повреждены и затем медленно угасли, и/или губительную роль для них сыграло лишение родного микроокружения, необходимого для нормального функционирования и жизнеспособности. В половине случаев применённая стандартная для лазерной хирургии эндокринных желёз энергия воздействия поражает всю паренхиму надпочечника (предположительно, вследствие его малых размеров) и приводит к массивной инфильтрации лейкоцитами и заполнению грануляционной тканью всего органа.

Ключевые слова: надпочечник, воздействие лазера на ткань, устойчивость клеток к фототермическому повреждению

HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RAT ADRENAL GLAND AFTER SURGICAL LASER IMPACT AT MIDPOINT STAGE

Kemoklidze K.G., Tiumina N.A.

Yaroslavl State Medical Academy, Yaroslavl, e-mail: k_g_k@mail.ru

We performed histological study of surgical laser impact with the energy of 71,25 J on rat adrenal gland within two weeks after manipulation. In the damaged part of the organ, we found formation and maturation of granulation tissue, significant blood components exudation and edema (maximum at the day 7), we also noted large amount of fibroblasts, polymorphonuclear leukocytes and phagocytes (mainly mononuclear macrophages and in a lesser extent multinuclear giant cells). The ablation cavity was deformed, the scab and vaporization zone were surrounded by the granulation tissue and fragmented. Aforementioned exudation is uncommon for laser damage of other parenchymal organs, we assume that it takes place due to exceptionally rich blood supply to the adrenal gland. Survived part of the adrenal gland parenchyma had the normal morphology and was relatively stable for the entire period of observation. Notably, the border between necrosis and survived zones became sharper in the time course of two weeks. At the day 5, in necrosis area adjacent to undamaged part of the organ, there were survived solitary and isolated from their population endocrinocytes, they disappeared to the day 7. We assume that these cells were previously damaged and/or the isolation from their native enviroment was destructive. In 50% of cases, applied laser impact energy damaged the entire adrenal gland parenchyma (presumably due to its small size) and leaded to massive infiltration of leukocytes and the total filling of the organ with granulation tissue.

Keywords: adrenal gland, laser impact on tissue, resistance of cells to photothermal damage

Успехи лазерной хирургии обусловили широкое применение лазеров в современной клинической практике, что, однако, входит в противоречие с отставанием в области фундаментальных исследований реакции тканей и органов на лазерное повреждение, считающейся до сих пор недостаточно изученной [5]. Это особенно справедливо в отношении такого своеобразного, трудного для изучения и вместе с тем важного компонента эндокринной системы, как надпочечник, применение лазера для резекции которого [1, 6] осуществляется на фоне весьма далёкой от полноты картины его ответа на данный вид повреждения.

Для заполнения выявленного пробела мы поставили цель изучить гистологическую картину состояния надпочечника после воздействия хирургическим лазером. Ранее нами уже было представлено описание гистологической картины непосредственно после повреждения лазером

этого органа и спустя сутки [2]. Настоящее исследование развивает затронутую тему и посвящено динамике последующих восстановительных процессов в надпочечнике в средние сроки – с конца первой до конца второй недели после лазерной деструкции.

Материал и методы исследования

Объектом исследования послужили 14 лабораторных белых крыс-самцов линии Wistar массой 348 ± 30 г., у которых с помощью аппарата «Лами» лучом диодного лазера со стандартными для эндокринных желёз параметрами: длина волны 1020 нм, мощность излучения 2,5 Вт, световод диаметром 400 мкм, продолжительность импульса 190 мс, интервал 10 мс, количество импульсов 150 (суммарная энергия воздействия 71,25 Дж), под эфирным наркозом осуществлялась деструкция части левого надпочечника. На 5 и 7 сутки передозировкой паров эфира производили забой крыс по 7 животных на срок.

Надпочечник обрабатывали по методу Honore [7], который позволяет дифференцировать в мозговом веществе надпочечника две основные субпопуляции хромаффиноцитов – эпинефроциты и норэпинефроциты. Согласно этому методу материал фиксировали в 5% глутаровом альдегиде, заливали в парафин, а срезы окрашивали сочетанием бихромата калия и толуидинового синего. В результате норэпинефроциты окрашивались в зелёный, а эпинефроциты – в серовато-фиолетовый цвет.

Результаты исследований и их обсуждение

5 сутки. Абляционная каверна, образовавшаяся на месте воздействия лазерного луча [2], заполнена экссудатом компонентами крови и зреющей грануляционной тканью, тесно связанной с капсулой, откуда активно мигрируют фибробласты и тучные клетки, прорастают кровеносные сосуды (рис. 1).

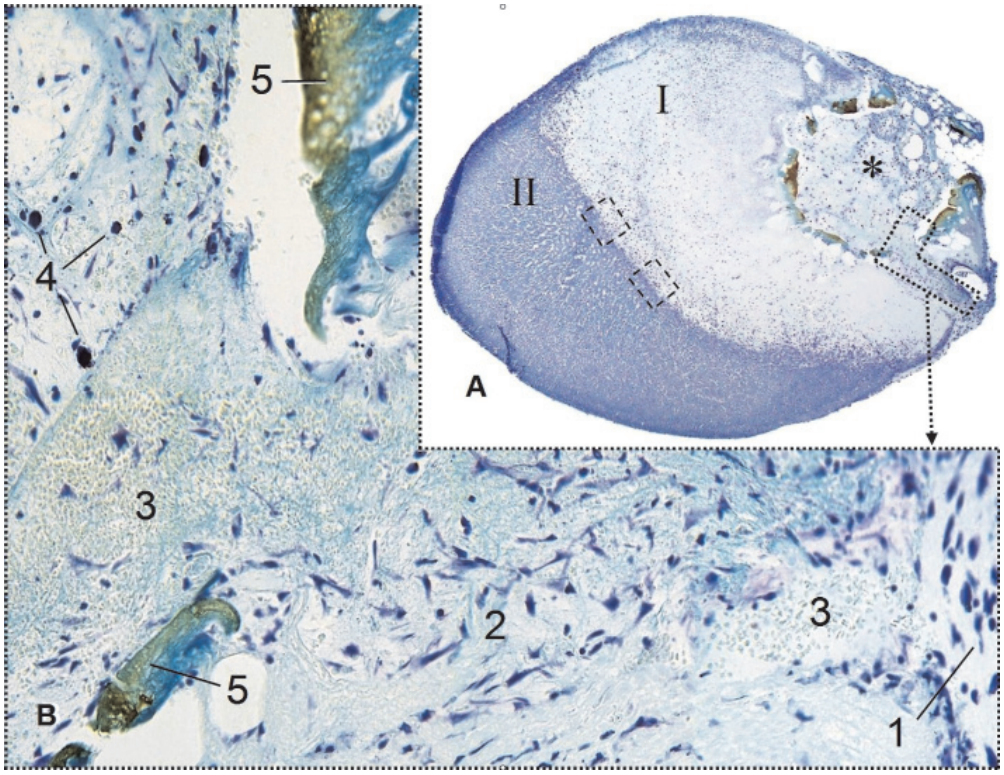


*Рис. 1. Надпочечник крысы на 5 сутки после воздействия лазером. * – абляционная каверна: I – зона некроза; II – зона выживания; лазером: 1 – капсула; 2 – фибробласты; 3 – экссудат; 4 – тучные клетки; 5 – струп; ---- – область, представленная на Рис.2. Фикс. глут. альдегидом, окр. по Honore. A – Об. 4х, B – Об. 40х, фотонасадка 27х*

Струп, покрывающий края каверны, представлен карамелизированной жёлто-коричневой массой, светлеющей до золотистой по мере удаления от края повреждения. Располагающаяся под струпом зона губчатого некроза изменила свой вид по сравнению с описанным ранее в первые сутки после лазерного воздействия [2]. Наружный и внутренний его слои уже не имеют четкой границы между собой, обе сильно деструктурированы – полностью утратили черты клеточного строения и слабо воспринимают красители. Зона компактного некроза слабо прокрашивается, имеет начальные признаки набухания и резко отграничивается от выжившей части органа. Очертания этой зоны лишь приблизительно

повторяют очертания края каверны и её ширина, измеренная от края каверны до выжившей ткани, составляет 1–2 мм.

В толще некротизированной части органа разбросан разнородный некротический детрит, полиморфноядерные лейкоциты и фибробласты, присутствует экссудат компонентами крови. Наибольшая концентрация лейкоцитов и фибробластов обнаруживается в пограничной с зоной выживания области, здесь же наиболее выражено образование новых сосудов. В этой области изредка встречаются эндокриноциты, оказавшиеся изолированными от основной массы клеток своей популяции и имеющие ядра неправильной формы.

В выжившей части органа эндокриноциты и нейроны хорошо прокрашиваются и имеют нормальный вид. Эпинефроциты и норэпинефроциты мозгового вещества отчётливо дифференцируются (рис. 2). В толще выживших эндокриноцитов можно встретить клетки с пикнотизированными ядрами, но вне связи с границей повреждения.

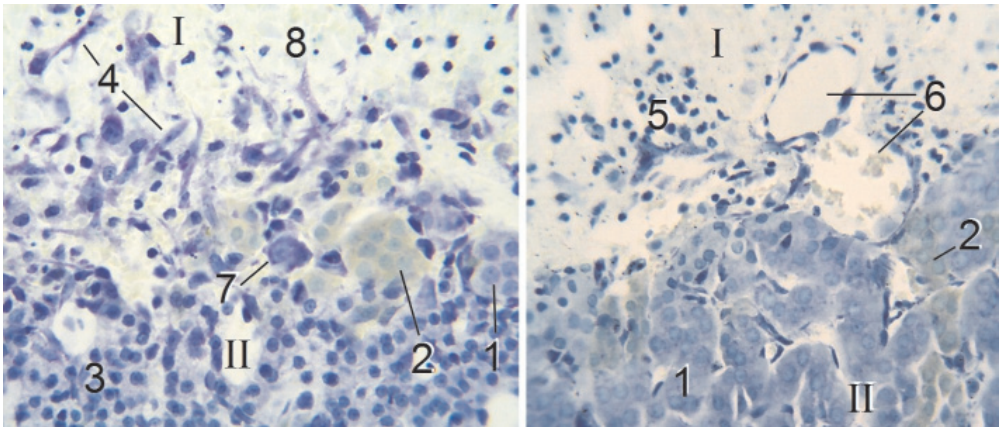


Рис. 2. Граница некроза и выживания в надпочечнике крысы на 5 сутки после воздействия лазером:
I – зона некроза; II – зона выживания; 1 – эпинефроциты; 2 – норэпинефроциты; 3 – эндокриноциты сетчатой зоны коры; 4 – фибробласты; 5 – лейкоциты; 6 – новые сосуды; 7 – нейрон; 8 – экссудат. Фикс. глут. альдегидом, окр. по Honore. Об.4х., фотонасадка 27х

7 сутки. Струп, в котором сохранилась только светлоокрашенная часть, начал фрагментироваться. Поражённая часть резко отекает и увеличивается в размерах. Всю полость абляционной каверны заполняет грануляционная ткань (рис. 3). Активное формирование грануляционной ткани происходит в зоне некроза, где останки погибших клеток фактически распались, а на их месте разбросаны заполненные гранулами золотисто-жёлтого цвета фагоциты, фибробласты и лейкоциты. Более сосредоточенно эти клетки располагаются на границе зоны выживания, при этом фибробласты имеют вытянутую форму и ориентированы в основном вдоль неё. Выжившие эндокриноциты и нейроны имеют нормальный вид. Хромаффиноциты отчётливо дифференцируются (рис. 4). Как и на 5 сутки, в зоне выживания продолжают встречаться погибшие эндокриноциты с пикнотизированными ядрами, но вне связи с границей повреждения.

14 сутки. Отёчность и размеры поражённой части уменьшилась. На месте абляционной каверны располагаются распавшиеся на фрагменты струп и губчатая зона некроза, окруженные грануляционной тканью. Зона некроза густо оккупирована одноядерными макрофагами и в меньшей степени гигантскими многоядерными клетками, которые образуют мощный пласт в ее срединной части. Фагоциты заполнены гранулами, идентичными по окрашиванию и консистенции остаткам струпа или губчатых некротических масс. Выжившие эндокриноциты неотличимы от нормальных. Граница зоны выживания и некроза стала более контрастной, чем в первую неделю после воздействия: по одну сторону нет остатков погибших эндокриноцитов, по другую – изолированных выживших (рис. 5).

Наблюдаемые в надпочечнике процессы в ответ на лазерное повреждение с конца первой до конца второй недели после воздействия в целом соответствуют схеме восстановления после аналогичного воздействия, описанного для других паренхиматозных органов, особенно для печени [3, 4, 8], за исключением ярко выраженной экссудации. Можно предположить, что причина такого отличия кроется в исключительно богатом кровоснабжении надпочечника, относительная величина кровотока в котором одна из самых высоких в организме и превосходит таковую в поджелудочной железе и печени в 2–2,5 раза [9, 10].

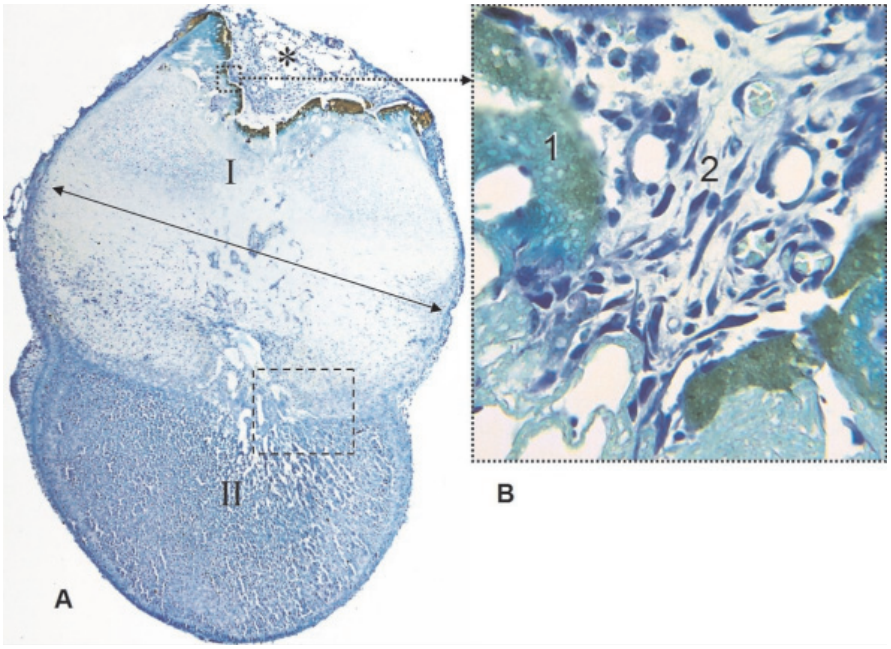


*Рис. 3. Надпочечник крысы на 7 сутки после воздействия лазером. * – абляционная каверна: I – зона некроза; II – зона выживания; 1 – струп; 2 – зрелая грануляционная ткань; ↔ – отёк; --- – область, представленная на Рис.4. Фикс. глут. альдегидом., окр. по Honore. A – Об. 4х, B – Об. 40х, фотонасадка 27*

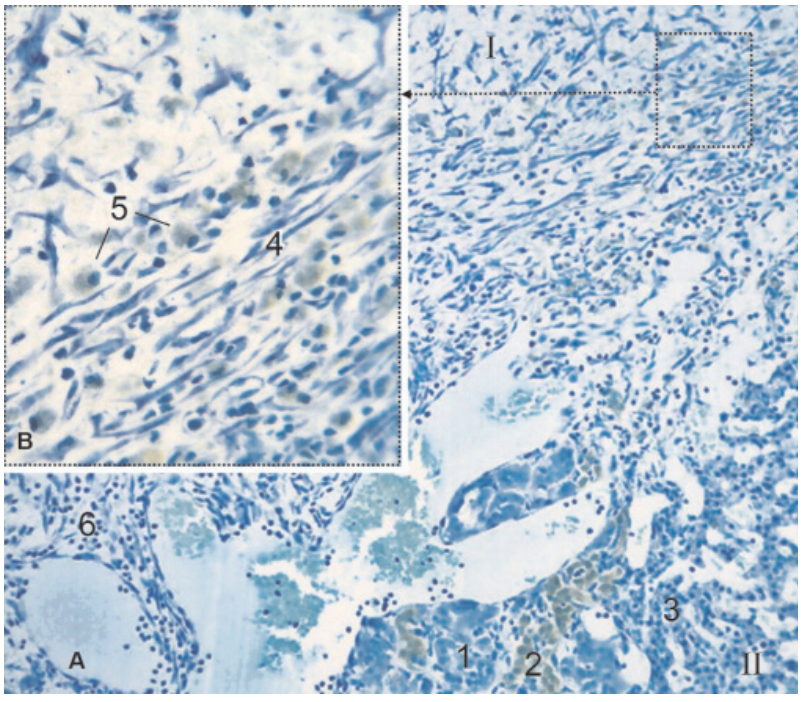


Рис. 4. Надпочечник крысы на 7 сутки после воздействия лазером: I – зона некроза; II – зона выживания; 1 – эпинефроциты; 2 – норэпинефроциты; 3 – эндокриноциты сетчатой зоны коры; 4 – фибробласты; 5 – фагоциты; 6 – полиморфноядерные лейкоциты. Фикс. глут. альдегидом, окр. по Honore. A – Об. 10х, B – Об. 40х, фотонасадка 27х

Следует также отметить тесную связь развивающейся грануляционной ткани с капсулой надпочечника как не только наиболее массивным, но и наименее пораженным соединительно тканным элементом органа.

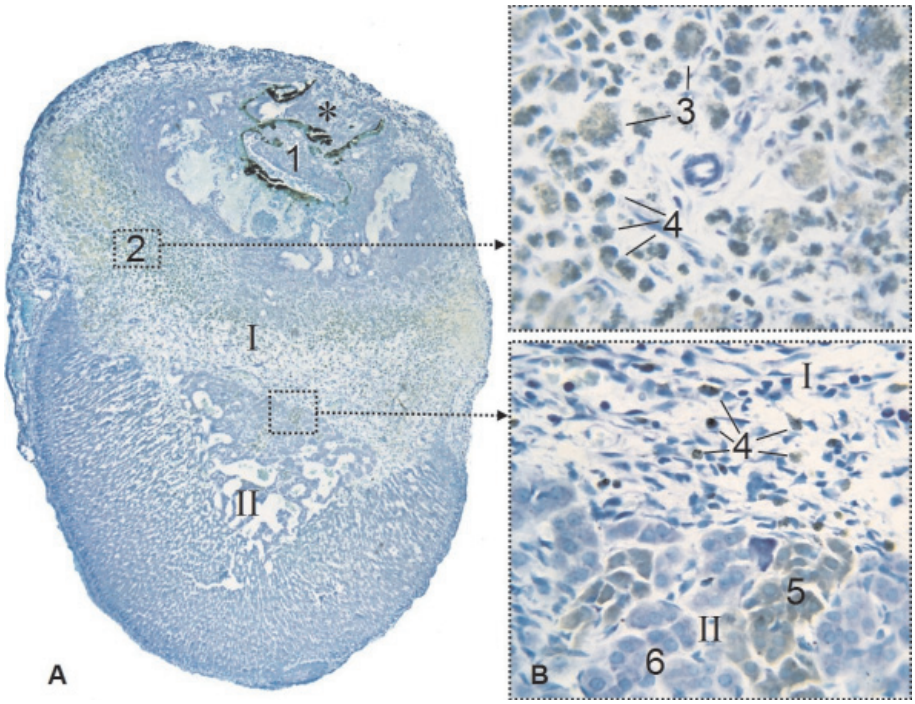


*Рис. 5. Надпочечник крысы на 14 сутки после воздействия лазером. * – место воздействия: I – зона некроза; II – зона выживания; 1 – фрагменты струпа в зрелой грануляционной ткани; 2 – пласт фагоцитов; 3 – гигантские многоядерные клетки; 4 – одноядерные макрофаги; 5 – норэпинефроциты; 6 – эпинефроциты. Фикс. глут. альдегидом., окр. по Honore. А – Об. 4х, В – Об. 40х, фотонасадка 27х*

Обнаружение на 7 сутки в струпе только светлоокрашенной внутренней части, очевидно, связано с тем, что более ломкая темноокрашенная обугленная поверхность струпа под действием разрастающейся грануляционной ткани крошится и отслаивается от более пластичной внутренней его части, прочно связанной с нижележащими слоями.

Несовпадение очертаний края каверны и зоны поражения, вероятно, объясняется асимметрией сосудистой сети надпочечника и его формой, так как распределение температуры в органе зависит не только от особенностей лазера (тип, мощность излучения, частота импульсов и др.) и природы облучаемых тканей (однородность, теплопроводность и т.п.), но и специфики перфузии в ней крови и кривизны поверхности, принимающей воздействие [3, 11].

Обращает на себя внимание, что в зоне выживания эндокриноциты интегрированные друг с другом как в интактном органе внешне нормальны и относительно стабильны весь период наблюдения. В то время как эндокриноциты, выжившие в пограничной зоне некроза и изолированные от своей популяции, многочисленные на 1 сутки [2] и изредка встречающиеся на 5 сутки, к 7 суткам исчезают. Можно предположить, что эти клетки ранее были смертельно повреждены и затем медленно угасли, и/или губительную роль для них сыграло лишение родного микроокружения, необходимого для нормального функционирования и жизнеспособности.

В половине случаев всех сроков некроз занимает весь объём органа кроме капсулы и узкой подкапсулярной зоны. В этих случаях наблюдается массивная инфильтрация лейкоцитами и последующее заполнение грануляционной тканью всего объёма органа. Данный вариант развития событий подтверждает справедливость утверждения, что применённое воздействие со стандартными для эндокринных желёз параметрами вследствие малых размеров надпочечника крысы приводят к избыточному перегреву и поражению у части органов всего их объёма, за исключением самой периферической области (капсулы) [2]. Орган после этого, очевидно, идёт по пути полной морфофункциональной дегенерации.

Выводы

1. При частичном поражении лазером паренхимы эндокриноциты, интегрированные в неповреждённой части, имеют нормальную морфологию и относительно стабильны весь период наблюдения.

2. Эндокриноциты, выжившие в пограничной области и оказавшиеся изолированными от клеток своей популяции, имеют аномальный вид и к 7 суткам исчезают.

3. В повреждённой части наблюдается формирование и созревание грануляционной ткани, выраженная экссудация компонентами крови и отёк (наибольший на 7 сутки), обильное заселение полиморфноядерными лейкоцитами и фагоцитами (в большей степени мононуклеарными макрофагами, в меньшей – многоядерными гигантскими клетками), образующими к 14 суткам мощный пласт вдоль границы с зоной выживания. Абляционная каверна деформируется и зарастает грануляционной тканью, её краевая зона, образованная струпом и слоем губчатого некроза, распадается на фрагменты.

4. Лазерное поражение всей паренхимы надпочечника приводит к массивной инфильтрации лейкоцитами и заполнению грануляционной тканью всего объёма органа.

Список литературы

1. Лазерная резекция надпочечника / Б.Л. Гамбарин, Р.И. Хамидов, В.А. Хорошаев, А.М. Постолов // Клиническая хирургия. – 1988. – № 12. – С. 33–35.

2. Кемоклидзе К.Г., Тюмина Н.А. Гистологическая характеристика надпочечника крысы после воздействия хирургическим лазером // Фундаментальные исследования. – 2013. – Т. 8. – Ч. 4. – С. 886–891.

3. Елисеенко В.И., Пархоменко Ю.Г. Патогенетические механизмы взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями // Лазеры в хирургии / под ред. О.К. Скобелкина. – М.: Медицина, 1989. – С. 44–49.

4. Пархоменко Ю.Г. Морфология репаративных процессов после операции на паренхиматозных органах // Лазеры в хирургии / под ред. О.К. Скобелкина. – М.: Медицина, 1989.– С. 119–128.

5. Welch A.J., van Gemert M.J.C. Overview of optical and thermal laser-tissue interaction and nomenclature // Optical-thermal response of laser-irradiated tissue / Ed. Welch A.J., Van Gemert M.J.C. – 2nd ed. – Dordrecht [etc.]: Springer, 2011. – Ch. 1. – P. 3–11.

6. Vogl T.J., Lehnert T., Eichler K., Proschek D., Flöter J., Mack M.G. Adrenal metastases: CT-guided and MR-thermometry-controlled laser-induced interstitial thermotherapy // Eur. Radiol. – 2007. – Vol. 17. – P. 2020–2027.

7. Honore L.H. A light microscopic method for the differentiation of noradrenaline and adrenaline producing cells of the rat adrenal medulla // J.Histochem. and Cytochem. – 1972. – Vol. 19. – № 8. – P. 483–486.

8. Thomsen S., Pearce J.A. Thermal Damage and Rate Processes in Biologic Tissues // Optical-thermal response of laser-irradiated tissue / Ed. Welch A.J., Van Gemert M.J.C. – 2nd ed. – Dordrecht [etc.]: Springer, 2011. – Ch. 13. – P. 487–549.

9. Daemen M.J., Thijssen H.H., van Essen H., Vervoort-Peters H.T., Prinzen F.W., Struyker Boudier H.A., Smits J.F. Liver blood flow measurement in the rat. The electromagnetic versus the microsphere and the clearance methods // J. Pharmacol. Methods. – 1989. – Vol. 21. – Is.4. – P. 287–297.

10. Sparrow R.A., Coupland R.E. Blood flow to the adrenal gland of the rat: its distribution between the cortex and the medulla before and after haemorrhage // J. Anat. –1987. – Vol. 155. – P. 51–61.

11. Valvano J.W. Tissue Thermal Properties and Perfusion // Optical-thermal response of laser-irradiated tissue / Ed. Welch A.J., Van Gemert M.J.C. – 2nd ed. – Dordrecht [etc.]: Springer, 2011. – Ch. 12. – P. 455–485.

References

1. Gambarin B.L., Hamidov R.I., Horoshaev V.A., Postolov A.M. *Klinicheskaya Hirurgiya,* 12 (1988): 33–35.

2. Kemoklidze K.G., Tiumina N.A. *Fundamentalnie issledovania,* 8.4 (2013): 886–891.

3. Eliseenko V.I., Parhomenko Yu.G. Patogeneticheskie Mehanizmy Vzaimodejstviya Lazernogo Izlucheniya s Biologicheskimi Tkanyami [Pathogenetic Mechanisms of Laser Radiation Interaction with Biological Tissues]. *Lazery v Hirurgii [Lasers in Surgery]*. Ed. Skobelkin O.K. Moscow: Medicina, 1989. 44–49.

4. Parhomenko Yu.G. Morfologiya Reparativnyh Processov Posle Operacii na Parenhimatoznyh Organah [Reparative Processes Morphology after Surgery on Parenchymal Organs]. *Lazery v Hirurgii [Lasers in Surgery]*. Ed. Skobelkin O.K. Moscow: Medicina, 1989. 119–128.

5. Welch A.J., van Gemert M.J.C. Overview of Optical and Thermal Laser-tissue Interaction and Nomenclature. *Optical-thermal Response of Laser-irradiated Tissue*. Ed. Welch A.J., Van Gemert M.J.C. 2nd ed. Dordrecht Etc.: Springer, 2011. 3–11.

6. Vogl T.J., Lehnert T., Eichler K., Proschek D., Flöter J., Mack M.G.. *Eur. Radiol*., 17 (2007): 2020–7.

7. Honore L.H. *J.Histochem. and Cytochem*., 19.8 (1972): 483–486.

8. Thomsen S., Pearce J.A. Thermal Damage and Rate Processes in Biologic Tissues *Optical-thermal Response of Laser-irradiated Tissue*. Ed. Welch A.J., Van Gemert M.J.C. 2nd ed. Dordrecht Etc.: Springer, 2011. 487–549.

9. Daemen M.J., Thijssen H.H., van Essen H., Vervoort-Peters H.T., Prinzen F.W., Struyker Boudier H.A., Smits J.F. *J. Pharmacol. Methods*., 21.4 (1989): 287–297.

10. Sparrow R.A., Coupland R.E. *J. Anat.,* 15 (1987): 51–61.

11. Valvano J.W. Tissue Thermal Properties and Perfusion *Optical-thermal Response of Laser-irradiated Tissue*. Ed. Welch A.J., Van Gemert M.J.C. 2nd ed. Dordrecht Etc.: Springer, 2011. 455–485.

Рецензенты:

Гансбургский А.Н., д.м.н., профессор кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Минздрава РФ, г. Ярославль;

Михайлов В.П., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии, ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Минздрава РФ, г. Ярославль.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 504.06 (470.3)

КОМПЛЕКСНЫЙ БИОМОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКО-БАЛТИЙСКОГО ВОДОРАЗДЕЛА

Нотов А.А., Мейсурова А.Ф., Дементьева С.М.

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», Тверь, e-mail: anotov@mail.ru

Каспийско-Балтийский водораздел является одним из крупнейших гидроузлов Восточной Европы. На базе биологического факультета Тверского государственного университета проведено комплексное изучение флоры центральной части водораздела, расположенной в пределах Тверской области. В настоящее время реализуется программа комплексного биомониторинга природных экосистем. Традиционные флористические и геоботанические подходы дополнены физико-химическими методами исследования. Для оценки состояния атмосферы широко применяется Фурье-ИК спектральный анализ лишайников. Он позволяет не только оценивать состояние атмосферы, выявлять спектр экотоксикантов, но и выяснять характер воздействия поллютантов на живые объекты. Организован мониторинг инвазионной фракции флоры. Создана Черная книга Тверской области. Разработаны методы оценки уровня воздействия инвазионной фракции флоры на региональные экосистемы. Проводится специальный анализ индикаторных видов старовозрастных коренных лесных фитоценозов на особо охраняемых природных территориях. Целесообразно более широкое применение отмеченных подходов при разработке и реализации программ мониторинга в других регионах.

Ключевые слова: мониторинг, биомониторинг, сохранение биоразнообразия, Каспийско-Балтийский водораздел, Фурье-ИК спектральный анализ лишайников, индикаторные виды

COMPREHENSIVE BIOMONITORING OF NATURAL ECOSYSTEMS OF THE CENTRAL PART OF THE CASPIAN-BALTIC WATERSHED

Notov A.A., Meysurova A.F., Dementyeva S.M.

Tver State University, Tver, e-mail: anotov@mail.ru

Caspian-Baltic watershed is one of the largest hydrosystem of the Eastern Europe. On the basis of the biological faculty of Tver State University conducted a comprehensive analysis of the flora of the Central part of the watershed, located within the Tver region. The program complex biomonitoring of natural ecosystems organized. Traditional floristic and geobotanical approaches are complemented by physical and chemical methods of research. To assess the state of the atmosphere is widely used Fourier-IR spectral analysis of lichens. It allows not only to assess the state of the atmosphere, identify the range of ecotoxicants, but also to ascertain the nature of the impact of pollution on living objects. Organized monitoring of invasive fraction of flora. Black book of the Tver region was created. Developed methods for assessing impact of the invasive faction of flora on the regional ecosystems. Carried out a special analysis of indicator species of indigenous old-growth forest ecosystems in protected natural areas. It is expedient to wider application of the above approaches in development and implementation of monitoring programs in other regions.

Keywords: monitoring, biomonitoring, biodiversity conservation, Caspian-Baltic watershed, FTIR spectroscopy analysis of lichens, indicator species

Проблема сохранения биоразнообразия и характерной организации экосистем приобретает особое значение по отношению к уникальным природным комплексам, играющим ключевую роль в формировании физико-географической структуры регионов. Для решения этой проблемы необходим специальный анализ компонентов биоразнообразия [1, 10] и организация комплексного биомониторинга, позволяющего оценивать состояние живых систем разного уровня. В этой связи актуальна разработка и реализация эффективных моделей мониторинга, позволяющих выявлять динамику изменения отдельных компонентов и природного комплекса в целом.

Удобной модельной территорией для разработки основ комплексного биомониторинга является центральная часть Каспийско-Балтийского водораздела. Водораздел является одним из крупнейших гидроузлов Восточной Европы. К его центральной части приурочены ландшафты, уникальные в геоморфологическом и ботанико-географическом отношении [4]. Охрана экосистем центральной части Каспийско-Балтийского водораздела имеет федеральное значение и сопряжена с разработкой общей программы сохранения биоразнообразия и уникальных природных комплексов Восточной Европы. В этой связи результаты деятельности по созданию и реализации программы комплексного биомониторинга экосистем данной территории имеют большое методическое значение.

Материалы и методы исследования

Центральная часть Каспийско-Балтийского водораздела расположена в пределах Тверской области. В 90-е гг. XX в. сотрудниками биологического факультета Тверского университета начато комплексное исследование биоты ее территории, которое позволило оценить уровень видового богатства и уникальности разных компонентов флоры и природных экосистем этой территории [5–7]. Полученные результаты стали основой для организации биомониторинга.

В 2002 г. традиционные флористические и геоботанические исследования были дополнены

деятельностью по оценке состояния атмосферы промышленных районов, расположенных в окрестностях водораздела. Использован новый подход с применением Фурье-ИК спектрального анализа индикаторных видов лишайников, который позволяет получить интегральную характеристику уровня загрязнения атмосферы поллютантами [9, 11]. В 2010 г. обобщены данные об инвазионных видах Тверского региона, создана Черная книга Тверской области [2]. Начато специальное изучение индикаторного компонента старовозрастных коренных лесных сообществ по методике, разработанной в Северо-Западной России [3]. Проведен анализ индикаторного компонента в ЦЛГПБЗ, национальном парке «Завидово» и в некоторых районах Тверской области [8]. В настоящее время реализуется программа комплексного биомониторинга центральной части Каспийско-Балтийского водораздела с применением разных подходов и методов. В данной статье охарактеризованы основные направления исследований в рамках этой программы и используемые подходы.

Результаты исследования и их обсуждение

Осуществляемая программа комплексного биомониторинга предусматривает выяснение факторов, представляющих угрозу региональному разнообразию, оценку характера их воздействия на биологические системы разного уровня и своевременное выявление возможных тенденций трансформации экосистем. Актуальность таких исследований возрастает в связи с достаточно сложной хозяйственно-экономической инфраструктурой региона. В качестве самостоятельного направления исследований следует рассматривать также регулярную инвентаризацию биоразнообразия, оценку состояния популяций редких и уязвимых видов, позиций индикаторного компонента.

Имеющаяся в настоящее время в Тверском государственном университете материально-техническая база позволяет дополнять традиционные подходы оценки состояния компонентов природной среды современными физико-химическими методами исследования. Разработан и широко применяется в мониторинговых исследованиях Фурье-ИК спектральный анализ слоевищ лишайников [9, 11]. Он позволяет не только оценивать состояние атмосферы, выявлять спектр экотоксикантов, но и выяснять характер воздействия поллютантов на живые объекты [11]. Полученные результаты позволили оценить характер загрязнения атмосферы в разных районах территории основными поллютантами (аммиак, аэрозоли серной и азотной кислот) (рис. 1). Фурье-ИК спектральный анализ слоевищ лишайников оказался эффективным методом оценки влияния лесных пожаров на разные компоненты фитоценозов охраняемых природных территорий. При пожарах увеличиваются концентрации оксида углерода, диоксида азота и взвешенных частиц, которые представляют собой первичные экотоксиканты. При высокой температуре воздуха во время лесных пожаров образуются вторичные поллютанты, например, формальдегид. Площадь территории, испытавшей воздействие дыма, зависит от масштабов пожара, особенностей его локализации, направления и силы ветра. Содержащиеся в дыме химические вещества оказывают определенное воздействие на разные компоненты лесного фитоценоза. С помощью спектрального анализа слоевищ *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в 2011 г. был выявлен характер распространения области задымления, которая образовалась в результате пожара, возникшего на территории ЦЛГПБЗ в верховьях реки Тюзьмы в 1999 г. При организации мониторинговых исследований в лесных массивах большое значение имеет также оценка уровня кислотного загрязнения атмосферы. Очень чутко на наличие поллютантов этой группы реагируют виды эпифитного базифильного комплекса мохообразных. Многие представители этого комплекса занесены в региональные Красные книги и быстро исчезают под воздействием кислотных дождей. Экотоксиканты, способствующие распространению данного типа загрязнения атмосферы, выявляются нами с помощью газоанализатора Miran, который позволяет обнаруживать в воздухе более 20 компонентов органических и неорганических поллютантов. Для идентификации тяжелых металлов в почве, воде, растительных объектах и лишайниках нами используется атомно-адсорбционный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой. Такой анализ актуален в связи с расположением в пределах области Калининской атомной электростанции, в окрестностях которой реализуется специальная программа мониторинга наземных и водных экосистем.

Реальную угрозу природному биоразнообразию представляют биологические инвазии. Важной составляющей программы биомониторинга в пределах центральной части Каспийско-Балтийского водораздела стал анализ инвазионных видов растений. При создании Черной книги Тверской области нами разработаны методы оценки уровня воздействия адвентивной и инвазионной фракций флоры на региональные экосистемы. Выявлена суммарная активность инвазионной фракции в каждом районе, которая определена путем сложения полученных баллов активности для всех отмеченных в районе инвазионных видов (рис. 2).

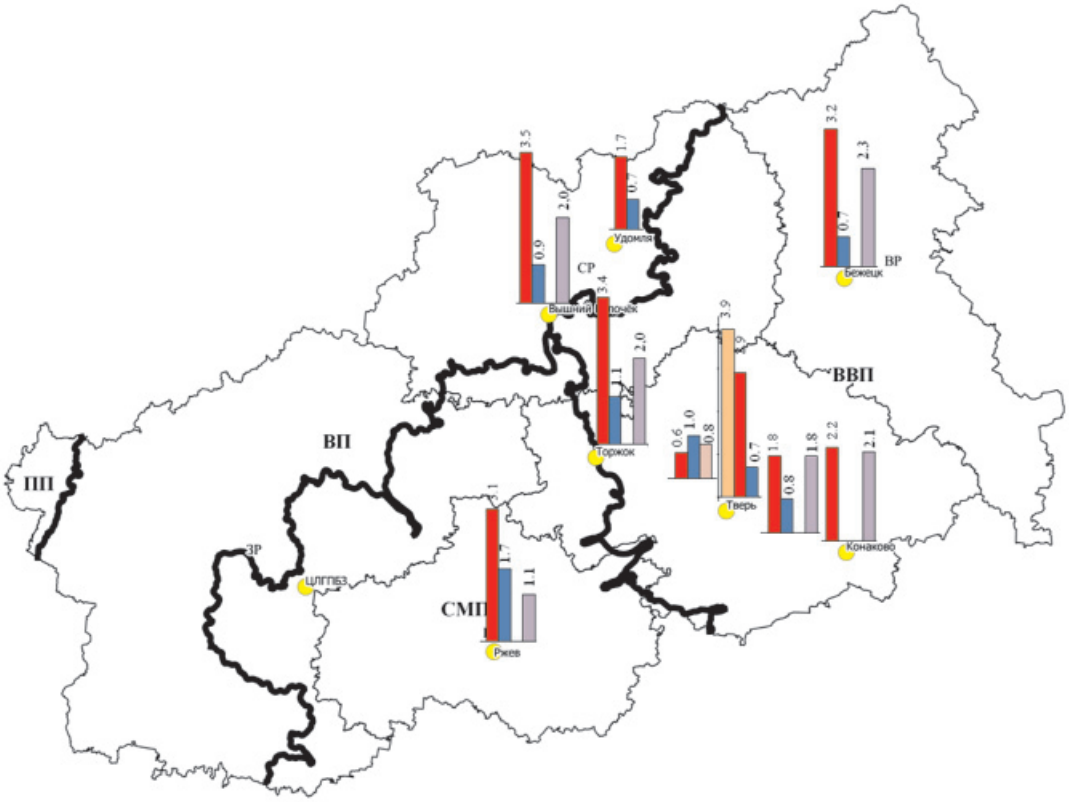


Рис. 1. Максимальные значения величин Av /A2925 в ИК спектрах образцов Hypogymnia physodes, собранных на ключевых модельных территориях, с указанием поллютантов, вызывающих подобные изменения в спектрах:
A ~1429 /A2925 (SO2); A ~1318 /A2925 (SO2); A ~1384 /A2925 (NO2);
A3390(±50)/A2925 (NH3); A ~1402 /A2925 (NH3);
физико-географические провинции:
ВВП – Верхневолжская; ВП – Валдайская; ПП – Прибалтийская; СМП – Смоленско-Московская;
хозяйственно-экономические районы: ВР – Восточный; ЗР – Западный; ВТР – Волжско-Тверецкий;
ПР – Приволжский; СР – Северный; модельные территории: 1 – Калининский;
2 – Конаковский; 3 – Ржевский; 4 – Торжокский; 5 – Вышневолоцкий; 6 – Удомельский;
7 – Бежецкий районы; 8 – ЦЛГПБЗ

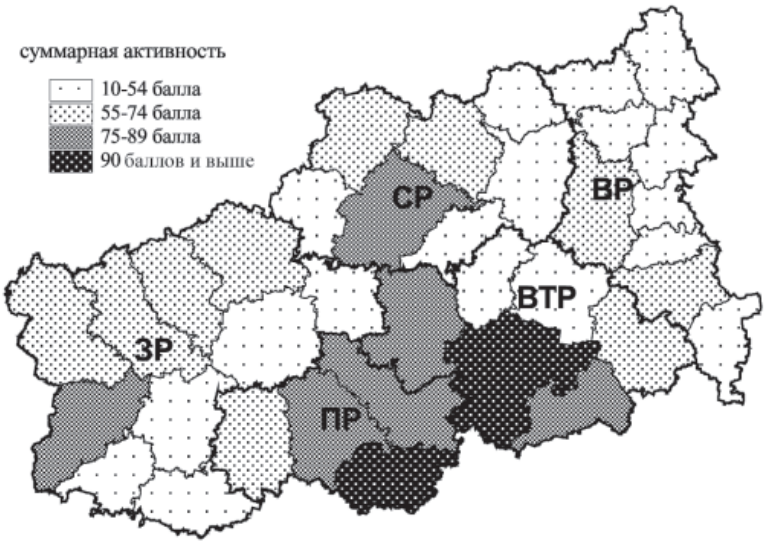


Рис. 2. Суммарная активность инвазионных фракций флор административных районов Тверской области

Анализ динамики этих характеристик особенно актуален в связи с тем, что наиболее специфические с точки зрения состава флоры природные комплексы (Ржевско-Старицкое Поволжье, Вышневолоцко-Новоторжский вал) [6] расположены в пределах территорий с экосистемами, которые трансформированы компонентами инвазионной фракции. Уровень воздействия инвазионных видов здесь постоянно увеличивается [2].

Весьма перспективным направлением биомониторинговых исследований в регионах лесной зоны является анализ индикаторных видов старовозрастных коренных сообществ [3, 8]. Он существенно дополняет традиционные флористические и геоботанические исследования на охраняемых природных территориях и позволяет оценить состояние и степень устойчивости наиболее уязвимых компонентов фитоценозов. Специальные исследования организованы нами в пределах национального парка «Завидово» и Центрально-Лесном государственном природном биосферном заповеднике (ЦЛГПБЗ), которые являются наиболее значимыми охраняемыми природными территориями в пределах центральной части Каспийско-Балтийского водораздела. В 2007–2012 гг. нами проведено детальное изучение разных компонентов биоразнообразия лесных и болотных фитоценозов этих территорий. Уточнен видовой состав индикаторных видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников [5, 7, 8], создана необходимая база для организации многоуровневого биомониторинга. Широко использованы возможности ГИС-технологий и созданных с их применением баз данных [8]. Детальное картирование местонахождений с учетом данных о структуре растительного покрова, особенностях геоморфологии и гидрологического режима позволило выяснить характер экологической приуроченности индикаторных видов, оценить активность, степень их уязвимости (рис. 3).

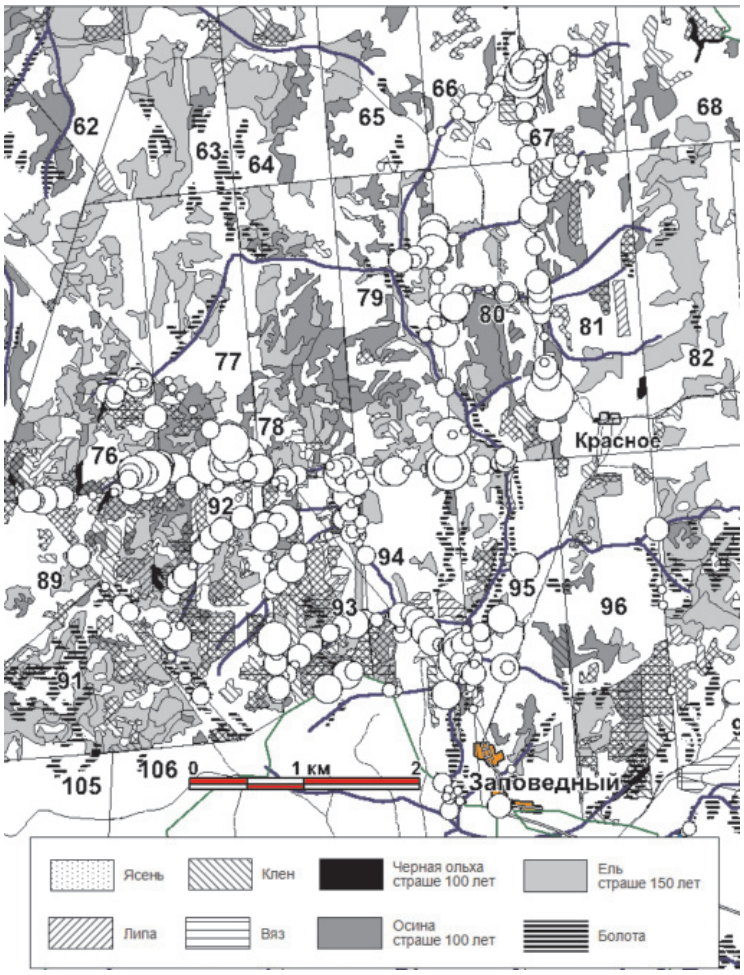


Рис. 3. Характер распределения местонахождений (белые кружки) индикаторных видов лишайников и мохообразных в верховьях р. Межи с учетом уровня концентрации находок разных видов в одном местообитании: уровень концентрации варьируется в интервале 1–9; цифрами указаны номера кварталов ЦЛГПБЗ

Выявлены группы индикаторных видов, связанных с широколиственными древесными породами, старовозрастными ельниками, приручьевыми и пойменными фитоценозами. По результатам картирования определена встречаемость индикаторных видов, заложена основа для мониторинговых наблюдений [8].

Заключение

Использование при организации комплексного биомониторинга природных экосистем центральной части Каспийско-Балтийского водораздела Фурье-ИК спектрального анализа лишайников, предложенных способов оценки роли инвазионной фракции и детальное изучение индикаторных видов старовозратных коренных лесных фитоценозов повысило эффективность реализуемой модели мониторинга. Целесообразно более широкое применение отмеченных подходов при разработке модели мониторинга в других регионах.

Список литературы

1. Алещенко Г.М., Букварева Е.Н., Щербаков А.В. Использование экспертных оценок для анализа территории по критериям биоразнообразия // Успехи соврем. биологии. – 1995. – Т. 115, Вып. 6. – С. 645–654.

2. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. – М.: КМК, 2011. – 279 с. (Сер. «Чужеродные виды России»).

3. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России: учеб. пособие: в 2 т. – СПб., 2009. – Т. 1. –238 с.; Т. 2. – 258 с.

4. О ботанико-географической специфике флоры Валдайской возвышенности / С.М. Дементьева, А.А. Нотов, Л.В. Зуева, С.А. Иванова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. – 2011. – Вып. 23, № 20. – С. 114–128.

5. Нотов А.А. Национальный парк «Завидово»: Сосудистые растения, мохообразные, лишайники. – М.: Деловой мир, 2010. – 432 с.

6. Нотов А.А. Сопряженный анализ компонентов флоры как метод выявления флористической специфики природных комплексов разного уровня // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. – 2012. – Вып. 28, № 25. – С. 80–101.

7. Нотов А.А., Гимельбрант Д.Е., Урбанавичюс Г.П. Аннотированный список лихенофлоры Тверской области. – Тверь: ТвГУ, 2011. – 124 с.

8. Возможности использования ГИС-технологий для выяснения характера распространения индикаторных видов лишайников и мохообразных / А.А. Нотов, А.Д. Потемкин, Д.Е. Гимельбрант, В.П. Волков, А.В. Павлов // Динамика многолетних процессов в экосистемах ЦЛГПБЗ. – Великие Луки, 2012. – С. 328–356. (Тр. ЦЛГПБЗ; Вып. 6).

9. Применение метода Фурье-ИК спектроскопии для лихеноиндикации атмосферного загрязнения в городских районах / А.Ф. Уразбахтина, С.Д. Хижняк, С.М. Дементьева, А.А. Нотов, П.М. Пахомов // Растительные ресурсы. – 2005. – Т. 41, вып. 2. – С. 139–147.

10. Юрцев Б.А. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // Биологическое разнообразия: подходы к изучению и сохранению. – СПб., 1992. – С. 7–21.

11. Meisurova A.F., Khizhnyak S.D., Pakhomov P.M. IR spectroscopic study of the chemical composition of epiphytic lichens // Journal of Applied Spectroscopy. – 2011. – Vol. 78, Iss. 5. – P. 711–18.

References

1. Aleshchenko G.M., Bukvareva E.N., Scherbakov A.V. *Ispol'zovanie jekspertnyh ocenok dlja analiza territorii po kriterijam bioraznoobrazija* [The use of expert assessments for the analysis of territories by criteria of biodiversity] // Uspehi sovremennoj biologii. 1995. T. 115, vyp. 6. pp. 645–654.

2. Vinogradova J.K., Majorov S.R., Notov A.A. *Chernaja kniga flory Tverskoj oblasti: chuzherodnye vidy rastenij v jekosistemah Tverskogo regiona* [The black book of flora of the Tver region: alien plant species in the ecosystems of the Tver region]. Moscow: KMK, 2011. 279 p. (Serija «Chuzherodnye vidy Rossii»).

3. *Vyjavlenie i obsledovanie biologicheski cennyh lesov na Severo-Zapade Evropejskoj chasti Rossii* [Identification and examination of biologically valuable forests in the North-West of the European part of Russia]: Uchebnoe posobie: v 2 t. Saint-Petersburg, 2009. T. 1. 238 p. T. 2. 258 p.

4. Dementeva S.M., Notov A.A., Zueva L.V., Ivanova S.A. O *botaniko-geograficheskoj specifike flory Valdajskoj vozvyshennosti* [On phyto-geographical specifics of the flora of the Valdai hills]. Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologija i jekologija. 2011. Vyp. 23, № 20. Pp. 114–128.

5. Notov A.A. *Nacional'nyj park «Zavidovo»: Sosudistye rastenija, mohoobraznye, lishajniki* [The national Park «Zavidovo»: Vascular plants, bryophytes, lichens]. Moscow: Delovoj mir, 2010. 432 p.

6. Notov A.A. *Soprjazhennyj analiz komponentov flory kak metod vyjavlenija floristicheskoj specifiki prirodnyh kompleksov raznogo urovnja* [Integrated analysis of components of flora as a method of identifying floristic the specifics of the natural complexes of different level]. Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologija i jekologija. 2012. Vyp. 28, no. 25. pp. 80–101.

7. Notov A.A., Himelbrant D.E., Urbanavichus G.P. *Annotirovannyj spisok lihenoflory Tverskoj oblasti* [Annotated list of lichen flora of the Tver region]. Tver': TvGU, 2011. 124 p.

8. Notov A.A., Potemkin A.D., Himelbrant D.E., Volkov V.P., Pavlov A.V. *Vozmozhnosti ispol'zovanija GIS-tehnologij dlja vyjasnenija haraktera rasprostranenija indikatornyh vidov lishajnikov i mohoobraznyh* [The possibility of the use of GIS technology to determine the nature of distribution of indicator species of lichens and mosses]. Dinamika mnogoletnih processov v jekosistemah CLGPBZ. Velikie Luki, 2012. pp. 328–356. (Trudy CLGPBZ; Vyp. 6).

9. Urazbakhtina A.F., Khizhnyak S.D., Dementieva S.M., Notov A.A. Pakhomov P.M. *Primenenie metoda Fur'e-IK spektroskopii dlja lihenoindikacii atmosfernogo zagrjaznenija v gorodskih rajonah* [Application of the method of FTIR spectroscopy for lichen-indications atmospheric pollution in urban areas] // Rastitel'nye resursy. 2005. T. 41, vyp. 2. pp. 139–147.

10. Yurtsev B.A. *Jekologo-geograficheskaja struktura biologicheskogo raznoobrazija i strategija ego ucheta i ohrany* [Ecologo-geographical structure of biological diversity and the strategy for its consideration and protection]. Biologicheskoe raznoobrazija: podhody k izucheniju i sohraneniju. Saint-Petersburg, 1992. pp. 7–21.

11. Meisurova A.F., Khizhnyak S.D., Pakhomov P.M. IR spectroscopic study of the chemical composition of epiphytic lichens. Journal of Applied Spectroscopy. 2011. Vol. 78, Iss. 5. pp. 711–18.

Рецензенты:

Виноградова Ю.К., д.б.н., главный научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН», г. Москва;

Тохтарь В.К., д.б.н., профессор, директор Ботанического сада, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 581.524.3

СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ТРАВЯНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ТУВЫ

Самбуу А.Д.

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, e-mail: sambuu@mail.ru

В настоящее время растительный покров Земли представляет собой различные сукцессионные серии. Существует различное понимание сукцессии. Клементс – автор теории сукцессии – считал, что сукцессия включает все смены растительного покрова, начиная с заселения оголенной территории или территории с нарушенной растительностью и кончая тем временем, когда фитоценоз придет в относительное соответствие с климатическими условиями. Заключительное сообщество, находящееся в относительном соответствии с условиями существования, называют климаксом. Среди природных зон Тувы степь и лесостепь подверглись наиболее сильной антропогенной трансформации в основном из-за выпаса, распашки, влияния огня, водохранилища и добычи полезных ископаемых открытым способом. В данной статье проведен анализ вторичных сукцессий, возникающих в степях Тувы под влиянием внешних воздействий, к которым относятся: выпас и смена его интенсивности, формирование залежей, влияние палов или пожаров.

Ключевые слова: пастбище, залежь, сукцессия, степи, фитомасса, фитоценоз, экосистема

VEGETATION SUCCESSION IN GRASSLANDS OF TUVA

Sambuu A.D.

Tuvinian Institute for the exploration of natural resources SB RAS, Kyzyl, e-mail: sambuu@mail.ru

The vegetation of the Earth is a different successional series. There are different understandings of succession. Clements is the author of the theory of succession considered that the succession includes all land cover change, starting with the settlements of the newly exposed area or territory with a disturbed vegetation, to the time when plant community will come in relative alignment with climatic conditions. The final community located in relative terms, is called climax. Among the natural zones of steppe and forest-steppe of Tuva, suffered the most severe anthropogenic transformation mainly due to grazing, to ploughing, the influence of fire, water and mining. In this article the analysis of secondary succession in the steppes of Tuva due to external influences, which include grazing and changing its intensity, the formation of deposits, the impact of fires, or fires.

Keywords: pasture, long-allow land, succession, phytomass, phytocenose, ecosystems

За последние 30 лет в растительном покрове Тувы происходят заметные изменения, связанные с изменением нагрузки и режима выпаса скота на пастбищах, распашкой земель и заброшенностью пашен, со строительством Саяно-Шушенской ГЭС, с вырубкой лесов, пожарами и освоением месторождений.

Так, в советские времена основные изменения в растительном покрове Тувы были связаны с распашкой целины, а распад государственных сельскохозяйственных предприятий в 1990-е годы привел к резкому сокращению посевных площадей с переводом их на залежи. В связи с тем, что в республике основной вид сельскохозяйственного использования территории – животноводство, изменение пастбищ происходит постепенно, но с не меньшими последствиями для природы степей. В настоящее время переход страны с планового ведения народного хозяйства к рыночному приводит местами к недовыпасу пастбищ или к перевыпасу, появлению «черных земель», которые расположены на лучших степных участках. В связи с вводом в эксплуатацию Саяно-Шушенской ГЭС с 1989 г. в озеровидном расширении водохранилища на территории Улуг-Хемской котловины Тувы происходит трансформация растительности, вызванная затоплением и подтоплением некоторых степных, луговых и лугово-болотных экосистем и замещением степных экосистем луговыми, луговых – заболоченными участками. Стихийные лесные, лесостепные пожары и систематические степные палы также приводят к разной степени изменению растительного покрова. Очевидно, уже с реализацией строительства железной дороги, связывающей Туву с российской сетью железных дорог, в ближайшей перспективе здесь нужно ожидать изменения в направлении увеличения пресса на растительный покров. Все эти изменения растительного покрова приводят к исчезновению некоторых видов или к серии восстановительной сукцессии. Подобные же изменения происходят во всех странах.

Целью данной работы было выявление особенностей вторичных сукцессий, возникающих при выпасе, под влиянием огня, при зарастании залежей в травяных экосистемах Тувы.

Материалы и методы исследования

Тува занимает центральную часть Азии между 50–54° с.ш. и 89–99° в.д. Границы Тувы на западе, севере и востоке проходят в основном по водораздельным горным хребтам высотой 2000–3000 м над ур. м, на юге – по приподнятым равнинам и предгорьям на

высоте 800–1000 м. Протяженность Тувы с запада на восток более 700 км, с севера на юг – от 100 до 450 км, общая площадь – 170,5 тыс. км^2 [5].

Климат Тувы резко континентальный, обусловленный главным образом удалением от морей и океанов. Зимой территория находится почти в центре Азиатского антициклона. Среднегодовая температура составляет минус 3,7°С, средняя января – минус 28–35°С, июля – 15–20°С. Наибольшие амплитуды температур (100–120°С) характерны для межгорных котловин. Распределение осадков по территории и по сезонам неравномерное. Среднегодовые осадки в котловинах составляют 200–300 мм, в горах – 700 мм. Большая часть осадков (80%) выпадает в июле и августе, преимущественно в виде ливневых дождей. Вегетационный период составляет в среднем 125 дней. Мощность снегового покрова в котловинах – 10–20 см, в горах – 50–70 см [1, 3].

Повышенная континентальность климата Тувы создает большое разнообразие фитоценозов, принадлежащих к высокогорно-тундровому, лесному, степному, луговому и болотному типам растительности. Леса занимают 49% территории республики и приурочены к горным поднятиям. Степи в Туве являются широко распространенным типом растительности, занимают 17% территории и расположены в основном в котловинах [4].

Объектами исследований являются растительность травяных экосистем и изменение ее продуктивности в течение сукцессии в степной и лесостепной зонах межгорных котловин Тувы. Ключевые участки травяных экосистем разных типов сукцессий расположены в Турано-Уюкской, Центрально-Тувинской и Убсунурской котловинах. Гидротермические показатели и координаты котловин приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика районов исследования

Местность	Координаты	Высота над уровнем моря, м	Годовое количество осадков, мм	Среднемноголетняя температура, °С		
				года	января	июля
Турано-Уюкская котловина	52°077’ с.ш. 94°173’ в.д.	800–1000	350–400	–3,7	–30,0	18,0
Центрально-Тувинская котловина	51°20’–51°33’ с.ш. 90°22’–94°25’ в.д.	500–1100	250–350	–4,5	–33,7	19,6
Убсунурская котловина	49°50’–50°05’ с.ш. 95°03’ в.д.	900–1250	180–290	–5,7	–31,5	17,7

Наши исследования по изучению сукцессий степной растительности проводились с 1996 по 2012 г. в степной и лесостепной зонах Тувы.

В каждой местности были выбраны ключевые участки (размером от 1 до 10 га), представляющие определенную стадию изучаемой сукцессии. Описывался видовой состав растительности этих участков и исходной экосистемы, а также почва и тип воздействия. При изучении сукцессий мы использовали изменение трех основных показателей:

1. Изменение видового состава сообществ [2, 9].
2. Изменение структуры доминантов [8].
3. Изменение запасов фитомассы и ее структуры [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Пастбищная сукцессия

Изучение пастбищ показало, что существует прямая связь между сменой пастбищного воздействия и ответом пастбища.

Устойчивое пастбище Эрзин с постоянной сильной нагрузкой характеризуется постоянной высокой пастбищной нагрузкой. За годы исследования из травостоя выпало 11% видов, появилось 17% видов и 44% постоянно существовали в сообществе. Неизменно высокая пастбищная нагрузка и не меняющийся режим выпаса приводят к постоянству определенного состава травостоя.

Пастбище Морен находилось на VI стадии дигрессии (менее 0,2 га на овцу). В 2006 г. пастбище было полностью оставлено и его растительность начала постепенно восстанавливаться. Демутация характеризовалась большим отличием в количестве выпавших (4%) и появившихся (44%) видов.

Пастбище Ямаалыг в течение более 30 лет было под сильной нагрузкой (1 овца на 0,3 га). С 1993 г. степь используется как зимнее пастбище. Со сменой режима выпаса соответственно быстро шла и демутация травостоя. Выпало и появилось 41% в сумме от количества видов, составивших общий список.

С 2011 г. при усилении выпаса видовой состав вновь изменился. Быстрая и коренная смена режимов выпаса привела сначала к демутации степи, а в последние годы (2011–2012 гг.) – к пастбищной дигрессии.

На стабильном пастбище Ончалаан с умеренной зимней нагрузкой в течение 16 лет сохраняется набор видов. Вне зависимости от погодных условий не появилось ни одного нового вида и не выпало также ни одного вида.

Следующий используемый нами показатель – структура доминирования.

На пастбище под постоянной сильной нагрузкой Эрзин за годы исследования отмечены небольшие изменения.

Смена режима выпаса с тяжелого на нулевой на пастбище Морен привела к коренному изменению структуры доминантов. *Artemisia frigida, Carex duriuscula* выпали из травостоя, взамен появились *Achnatherum splendens, Agropyron cristatum, Festuca valesiaca.*

На Ямаалыге установлены резкие изменения в смене доминантов: выпадение *Artemisia frigida,* появление новых доминантов – *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata.* Недовыпас проявляется по многим признакам и прежде всего в начавшейся закустаренности степи *Caragana pygmaea*. Усиление нагрузки с 2011 г. вновь привело к изменению состава доминантов на *Artemisia frigida и Potentilla acaulis*.

На стабильном пастбище Ончалаан изменения структуры доминирования не произошло. В результате пастбищной сукцессии происходит незначительное изменение в структуре экологических групп растений с некоторой ксерофитизацией растительности на участках подгорных равнин.

Проведенный анализ по таким показателям, как изменение видового состава, структуры доминирования видов доказывает тесную связь всех показателей фитоценоза с пастбищной нагрузкой. На любое изменение режима выпаса фитоценоз отвечает закономерными изменениями его видового состава, структуры доминирования и интенсивности продукционного процесса.

Пирогенная сукцессия

Пожар или пал воздействует на степную растительность по-разному в зависимости от силы и частоты горения травостоя или интенсивности выпаса [10, 11]. Когда не горевшее ранее сообщество подвергается пожару, возникает пик видов, который затем уменьшается.

В нашем случае пожар (или пал) был однократным, и мы наблюдали быстрое восстановление травостоя. В луговой степи количество видов за 6 лет повысилось в 2,6 раза, в настоящей степи – в 1,8, в сухой – в 2,3. Такое увеличение числа видов – результат их регенерации из почек или семян. Авторы, указанные выше, наблюдали увеличение роли клональных растений после пожара и предположили регенерацию видов из подземных органов.

При сохранении узлов кущения быстро восстанавливаются *Bromopsis inermis, Stipa krylovii, S. capillata, Carex pediformis, Koeleria cristata, Festuca valesiaca и Pulsatilla patens.*

На горевших участках выделились виды, устойчивые к сгоранию *Bromopsis inermis, Stipa krylovii, S. capillata Carex pediformis, Pulsatilla patens* и неустойчивые – виды рода *Poa, Dianthus versicolor и Helictotrichon altaicum.* Последние сильно повреждаются огнем, т.к. *Dianthus versicolor* имеет тонкие, сухие и быстро сгорающие листья, а *Helictotrichon altaicum* отличается рыхлыми и сухими узлами кущения, которые значительно повреждаются огнем.

Послепожарная сукцессия влияет на структуру экологических групп. В качестве индикатора изменения мы выделили долю ксерофитов (%) от общего числа видов (табл. 2).

Таблица 2

Доля ксерофитов от общего числа видов в сукцессионных сериях, %

Ключевые участки	Годы восстановления				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5–6-й
Луговая степь (Сушь)	29	24	25	31	28
Настоящая степь (Чагытай)	40	32	33	35	36
Сухая степь (Элегест)	100	100	80	80	78

В луговой степи структура экологических групп не меняется, в настоящей степи доля ксерофитов незначительно уменьшается. В сухой степи травостой двух первых лет сукцессии состоял из одних ксерофитов. За последние четыре года в фитоценозе появились ксеромезофиты, мезоксерофиты и один мезофит.

В целом в послепожарной сукцессии в первое десятилетие отмечается некоторая мезофитизация растительности. Характерной особенностью пирогенной сукцессии является отсутствие в травостое сорных видов и низших растений. Лишь на участке сухой степи Элегест отмечено появление *Parmelia vagans* на 5–6-й год сукцессии сухой степи.

Необходимо отметить, что все наши данные относятся к влиянию однократного сжигания растительности. Если же выжигание производится регулярно, то в травостое может произойти смена одних доминирующих видов другими.

Основываясь на шестилетнем наблюдении, мы предполагаем, что последействие пожара или пала длится около 10 лет, после чего экосистема возвращается в терминальное состояние. За десятилетие эффект выжигания, по-видимому, теряется, в связи с чем видовой состав и структура растительного вещества фитоценозов степей полностью восстанавливаются.

Залежная сукцессия

Нами при изучении залежной сукцессии определялись жизненные формы

доминирующих видов по И.Г. Серебрякову [6]. Принималось во внимание около 70% общей фитомассы. Если доля определенной жизненной формы была более 15%, то она входила в название соответствующей стадии.

Анализ, учитывающий доминирование тех или иных жизненных форм растений, показал резкие различия в ходе сукцессии.

Корневищные злаки доминируют наравне со стержнекорневыми или дерновинными в луговой степи на всех стадиях сукцессии. В настоящей степи с 7-го по 11-й год сукцессии преобладают корневищные виды. В сухих степях дерновинные растения составляют основу травостоя в 11−17-й год (II−III стадии). Во вторично опустыненной степи на 7-й год восстановления в фитоценозе превалируют корневищные и дерновинные растения, к 17-му году сообщество представлено типичной дерновинной степью.

С изменением видового состава и состава доминантов в ходе залежной сукцессии происходит изменение соотношения экологических групп растений. На начальной стадии сукцессии на участке луговой степи значительную долю в травостое составляют мезофиты (28%), на участке вторично опустыненной степи – ксерофиты (22%) (табл. 3). Причем из степных растений встречаются как сорные, так и типичные степные виды. Количество мезофитов незначительно (до 8%). Резко снижается доля галофитов и мезофитов во всех травостоях сухих степей. На залежах 11 и 17 лет в 2–3 раза увеличивается обилие ксерофитов.

Таблица 3

Число видов растений определенной экологической группы

Экологическая группа	Луговая степь				Настоящая степь				Сухая степь			
	Возраст сукцессии, лет											
	4	7	11	17	4	7	11	17	4	7	11	17
Ксерофиты (К)	3	13	17	19	4	16	15	22	6	20	20	23
Мезофиты (М)	8	15	14	16	3	10	13	13	1	2	1	1
Ксеромезофиты и мезоксерофиты (КМ+МК)	28	15	15	20	5	10	15	15	3	8	5	5
К/М	0,4	0,9	1,2	1,2	1,3	1,6	1,2	1,7	6	10	20	23
	Унегети											
Ксерофиты (К)	4	15	21	25								
Мезофиты (М)	1	1	1	1								
Ксеромезофиты и мезоксерофиты	2	7	4	3								
К/М	4	15	21	25								

Таким образом, в ходе залежной сукцессии на участках наблюдается усиление ксерофитизации от ранних стадий восстановления к более поздним. Так, степень ксерофитизации, т.е. отношение числа ксерофитов к мезофитам (К/М), на участках постепенно возрастает как от I стадии сукцессии к IV, так и от луговой степи к сухим степям. Если степень ксерофитности в IV стадии на участках луговой и настоящей степей составляет 1,2–1,7, то в сухой степи она повышается до 23. На участке вторично опустыненной степи показатель К/М также поднимается до 25. Высокая степень ксерофитности характерна для вторично опустыненной степи Унегети. На этих участках отмечена максимальная скорость ксерофитизации. Общая ксерофитизация растительного покрова в ходе сукцессии определяется уплотнением и иссушением почвы.

Показатель сходства видового состава сообществ в период 4−7 лет на всех участках был низким и мало изменился к 11-му году. В период 7−17 лет сукцессионный процесс идет активно с максимальным количеством выпавших видов. К 11-му году сложились фитоценозы, близкие по составу к фитоценозам 17 года. Показатель сходства для этих лет менялся от 0,6 на участке сухой степи до 0,75 на участке вторично опустыненной степи. Наиболее близки по видовому составу фитоценозы 17-летних залежей и исходных коренных степей.

Выводы

При *пастбищной дигрессии* происходит упрощение структуры и обеднение видового состава травостоя. Выпас и состояние пастбища находятся в тесной взаимосвязи: на каждое изменение характера выпаса экосистема отвечает сменой составов видов и доминантов. При неизменности воздействия фитоценоз сохраняет постоянный видовой состав, который меняется

под влиянием погодных условий. При резком снижении нагрузки восстановительные процессы идут очень быстро. Из семенного фонда, содержащегося в почве, появляются виды разной экологии и различных местообитаний. В начальной стадии демутации одновременно происходят вспышка видового обилия и постепенное выпадение видов. Два этих процесса со временем приводят к установлению довольно стабильного видового состава. При новом изменении режима выпаса в сторону увеличения нагрузки вновь начинается деградация травостоя.

При однократном пале в ходе *пирогенной сукцессии* в начале происходит падение числа видов, а затем идет их быстрое восстановление. По нашим наблюдениям, за шесть лет в луговой степи число видов повысилось в 2,6 раза, в настоящей степи – в 1,8, в сухой – в 2,3. На горевших участках зарегистрированы виды, устойчивые и неустойчивые к сгоранию. Последние сильно повреждаются огнем, т.к. имеют тонкие, сухие и быстро сгорающие листья или рыхлые и сухие узлы кущения. Характерной особенностью пирогенной сукцессии является отсутствие в травостое сорных видов и низших растений.

Последействие весеннего пала или пожара длится около 10 лет, после чего экосистема возвращается в терминальное состояние.

В ходе *залежной сукцессии,* которая изучалась нами в течение 17 лет, на различных стадиях закономерно менялись жизненные формы доминирующих видов. Корневищные злаки доминируют наравне со стержнекорневыми или дерновинными на залежах в луговой и настоящей степях на всех стадиях сукцессии. На залежах в сухих степях дерновинные виды составляют основу травостоя уже на 11-й год сукцессии. Во вторично опустыненной степи фитоценоз залежи на 7-й год был представлен корневищно-дерновинными видами, к 17-му году на месте залежи сформировалась типично дерновинная степь.

Период 7–11 лет – наиболее активная фаза залежной сукцессии. В этот период одновременно происходит появление и выпадение значительного количества различных видов. Через 17 лет фитоценоз приближается по своему видовому составу к терминальному состоянию. Залежная сукцессия идет закономерно в сторону восстановления исходного степного фитоценоза и процесс этот характеризуется довольно высокой скоростью.

Список литературы

1. Бахтин Н.П. Климатические особенности и агроклиматические ресурсы Тувинской АССР // Сборник работ Красноярской гидрометеорологической обсерватории. № 1. – Красноярск, 1968. – С. 26-68.

2. Воронов А.Г. Геоботаника. – М.: Высш. шк., 1973. – 385 с.

3. Ефимцев Н.А. Климатический очерк / Природные условия Тувинской автономной области. – М.: Наука, 1957. – С. 46–65.

4. Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР / В.А. Куминова, В.П. Седельников, Ю.М. Маскаев и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. – 254 с.

5. Кушев С.Н. Рельеф / Природные условия Тувинской Автономной Области. Тр. компл. эксп. Вып. 3. – М.: АН СССР, 1957. – С. 11–14.

6. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. – М.: Высшая школа, 1962. – 375 с.

7. Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. – Новосибирск: Наука. 1977. – 219 с.

8. Титлянова А.А., Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Романова И.П. Подземные органы растений в травяных экосистемах. – Новосибирск: Наука, 1996. – 128 с.

9. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

10. Savadogo P.D., Tiveau L., Savadogo J., Tigabu M. Herbaceous species responses to long-term effects of prescribed fire, grazing and selective tree cutting in the savanna-woodlands of west Africa // Perspectives in Plant Ecology. Evolution and Systematic. – 2008. – Vol. 10. – P. 179–195.

11. Spasojevic M.J., Aicher R.J., Koch G.R and et al. Fire and grazing in a mesic tallgrass prairie impacts on plant species and functional traits // Ecology. – 2010. – Vol. 91(6). – P. 1651–1659.

References

1. Baxtin N.P. Klimaticheskie osobennosti i agroklimaticheskie resursy Tuvinskoj ASSR // Sbornik rabot Krasnoyarskoj gidrometeorologicheskoj observatorii. № 1. Krasnoyarsk, 1968. pp. 26–68.

2. Voronov A.G. Geobotanika. M.: Vyssh. shk., 1973. 385 p.

3. Efimcev N.A. Klimaticheskij ocherk / Prirodnye usloviya Tuvinskoj avtonomnoj oblasti. M.: Nauka, 1957. pp. 46–65.

4. Kuminova V.A., Sedel'nikov V.P., Maskaev Yu.M. i dr. Rastitel'nyj pokrov i estestvennye kormovye ugod'ya Tuvinskoj ASSR. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1985. 254 p.

5. Kushev S.N. Rel'ef / Prirodnye usloviya Tuvinskoj Avtonomnoj Oblasti. Tr. kompl. e'ksp. Vyp. 3. M.: AN SSSR, 1957. pp. 11–14.

6. Cerebryakov I.G. E'kologicheskaya morfologiya rastenij. Zhiznennye formy pokrytosemennyx i xvojnyx. M.: Vysshaya shkola, 1962. 375 p.

7. Titlyanova A.A. Biologicheskij krugovorot ugleroda v travyanyx biogeocenozax. Novosibirsk: Nauka. 1977. 219 p.

8. Titlyanova A.A., Kosyx N.P., Mironycheva-Tokareva N.P., Romanova I.P. Podzemnye organy rastenij v travyanyx e'kosistemax. Novosibirsk: Nauka, 1996. 128 p.

9. Shennikov A.P. Vvedenie v geobotaniku. L.: Izd-vo LGU, 1964. 447 p.

10. Savadogo P.D., Tiveau L., Savadogo J., Tigabu M. Herbaceous species responses to long-term effects of prescribed fire, grazing and selective tree cutting in the savanna-woodlands of west Africa // Perspectives in Plant Ecology. Evolution and Systematic. 2008. Vol. 10. pp. 179–195.

11. Spasojevic M.J., Aicher R.J., Koch G.R and et al. Fire and grazing in a mesic tallgrass prairie impacts on plant species and functional traits // Ecology. 2010. Vol. 91(6). pp. 1651–1659.

Рецензенты:

Ондар С.О., д.б.н., профессор Тувинского государственного университета, г. Кызыл;

Дубровский Н.Г., д.б.н., профессор Тувинского государственного университета, г. Кызыл.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 339. 137

ИЗМЕРЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В СИСТЕМЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ТРЕНДОВ

Иманбердиев Б.Д., Касымов С.М., Турабаев Г.К.

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, e-mail: Symbat_Almeshova@mail.ru

Показано, что глобальная конкуренция современности, основанная на природном сырье, высокотехнологическом производстве и интеллектуальных человеческих ресурсах, становится фактором нового технологического развития. Анализируются параметры системы измерения индекса глобальной конкурентоспособности (ИГК), которые в совокупности обеспечивают эффективность развития и конкурентоспособность страны. На основе этого анализа конкретизированы уровни повышения конкурентоспостобности по стадиям развития экономики. В зависимости от степени влияния и учета важности каждой из 12 составляющих ИГК они сгрупированы по субиндексам и стадиям развития экономики. Указаны весовые доли каждого субиндекса на определенном этапе развития. Учитывая результаты сравнительного анализа на уровне субиндексов и факторов глобальной конкурентоспособности стран мира, проведен эконометрический анализ зависимости инновационного индекса от уровня интеллекта человека (IQ), уровня инновационных затрат и уровня инновационной эффективности. Согласно классификатору развития стран мира, показано место Казахстана. Для нее в зависимости от поставленных целей конкретизированы субиндексы, по которым требуется приложить усилия для преодоления отставания от других стран. С другой стороны, анализ измерителей развития и глобальной конкурентоспособности дает возможность другим развивающимся странами оценить свои возможности и сформировать стратегию будущего развития по достижению высокого уровня в глобальной конкурентоспособности.

Ключевые слова: глобальная конкурентоспособность, инновационное развитие, интеллектуальный ресурс

MEASURING OF NATIONAL DEVELOPMENT IS IN SYSTEM OF GLOBAL TRENDS

Imanberdiev B.D., Kasymov S.M., Turabaev G.K.

Kazakh National Pedagogical University of the name of Abaya, Almaty, e-mail: Symbat_Almeshova@mail.ru

Shown, that the global competition of contemporaneity, based on natural raw material, highly technological production and intellectual human capitals, becomes the factor of new technological development. The parameters of the system of measuring of index of global competitiveness(ИГК) are analysed, that provide efficiency of development and competitiveness of country in totality. On the basis of this analysis the levels of increase of конкурентоспостобности are specified on the stages of development of economy. Depending on the degree of influence and account of importance of each of 12 constituents of ИГК, they сгрупированы on sub-indexes and stages of development of economy. The gravimetric stakes of every sub-index are indicated on the certain stage of development. The smooth change of specific scales of constituents of ИГК reflects the smooth transition of countries from one stage of development to other or shows not readiness of country to the next stage. Taking into account the results of comparative analysis at the level of sub-indexes and factors of global competitiveness of the world countries, the экнометрический analysis of dependence of innovative index is conducted from the level of intellect of man(IQ), level of innovative expenses and level of innovative efficiency. In obedience to the classifier of development of the world countries the place of Kazakhstan is shown. For her, depending on the put aims, sub-indexes on that it is required to make a push for overcoming of lag from other countries are specified. From other country the analysis of measuring devices of development and global competitiveness gives an opportunity to other developing countries to estimate it to possibility and to form strategy of future development on the achievement of high level in a global competitiveness.

Keywords: global competitiveness, innovative development, intellectual resource

Глобальный мир в индексах развития начал становиться понятным и прозрачным, мировое хозяйство стало измеряемым и где то предсказуемым, однако это не приводит к гармонии развития национальных экономик. Новые возможности развития находятся в сфере высокотехнологических производств и формирования нового потребительского общества. Глобальная конкуренция современности, основанная на природном сырье, высокотехнологическом производстве и интеллектуальных человеческих ресурсах, становится фактором нового технологического развития. Она будет определять будущее развитие человечества и новый мировой порядок.

Цель исследования – на основе глобальных индексов, субиндексов и факторов, составлящих основу национальной конкурентоспособности, проанализировать стадии развития экономик; дать возможность странам оценить свое состояние и выработать стратегию будущего развития по достижению достойного уровня в глобальной конкурентоспособности.

С 2005 года Всемирный экономический форум анализирует конкурентоспособность при помощи Индекса глобальной конкурентоспособности (ИГК) – комплексного инструмента оценки микро- и макроэкономических основ национальной конкурентоспособности. Исследование факторов

и условий составляющих основу ИГК, представляют накопленные знания и практики в области обеспечения эффективности и конкурентоспособности человеческого общества, собранные и обобщенные за многие столетия. В основе современного подхода лежит интеллектуализация и системы организации, такие как образование и обучение, технологический прогресс, макроэкономическая стабильность, высокий уровень государственного управления, развитость бизнеса и рыночная эффективность. При составлении ИГК за 2012 год [4] во внимание принимается сложность современных экономических процессов, используются взвешенные средние значения большого количества разных компонентов, каждый из которых отображает один из аспектов конкурентоспособности национальных экономик. При этом числовые значения ИГК являются агрегированными параметрами функционирования системы и представляют собой производные высокого порядка, которые с большей долей вероятности отражают наравне с экономическими процессами политические, социальные, культурологические и другие процессы, характерные для человеческого общества. Ранжирование значений национальных ИГК среди стран мирового сообщества еще больше повышает уровень агрегированности. При сравнении страны по индексу глобальной конкурентоспособности, по сути осуществляется сравнение качества функционирования национальных человеческих сообществ в системе сложившегося мирового порядка. Совокупность индексов оценки развития национальных систем выступает как наднациональный критерий эффективности развития. Они формируют методологию и методику измерения глобализма и позволяют утверждать, что с формированием системы измерения глобализация становится наукой и практикой в современном его понимании. Так, например, система измерения ИГК построена на 12 параметрах развития национальной экономики, которые в совокупности обеспечивают эффективность и конкурентоспособность страны.

Каждая из двенадцати составляющих конкурентоспособности представляет подсистему находящихся в органической взаимосвязи и оказывает влияние друг на друга, при этом слабая сторона в одной сфере зачастую негативно влияет на другие сферы. Например, сложно будет добиться высокого показателя в сфере инноваций (12-я составляющая) без достаточно образованной и хорошо подготовленной рабочей силы (4-я и 5-я составляющие), способной внедрять новейшие технологии (9-я составляющая); без надлежащего уровня финансирования (8-я составляющая) научно-исследовательских работ; без эффективного рынка товаров, который предоставляет возможности продвижения инноваций на рынке (6-я составляющая). Все двенадцать составляющих агрегируются в единый итоговый индекс конкурентоспособности, а также по каждой из 12 составляющих даются детализованные интерпретации, позволяющие понять, какие именно сферы необходимо улучшать в отдельно взятой стране.

Все вышеописанные составляющие ИГК имеют определенное значение для всех экономик, однако понятно, что они будут влиять на них по-разному: метод, который был бы оптимальным для повышения конкурентоспособности в Камбодже, отличается от того, который будет лучшим для Франции. Это связано с тем, что Камбоджа и Франция находятся на разных этапах развития. По мере развития экономики заработные платы растут, и для поддержания высокого уровня доходов необходимо повышать производительность труда.

Как и экономическая теория об этапах развития, ИГК предполагает, что рост экономик, находящихся на первой стадии развития, зависит от базовых факторов, а страны конкурируют за счет обеспеченности ресурсами, в основном неквалифицированной рабочей силой и полезными ископаемыми. Компании конкурируют за счет цены и продают базовые продукты или товары, при этом низкая производительность приводит к низкому уровню зарплат. Сохранение конкурентоспособности на этой стадии развития экономики зависит в основном от стабильного функционирования государственных и частных институтов (1-я составляющая), хорошо развитой инфраструктуры (2-я составляющая), макроэкономической стабильности (3-я составляющая), а также от состояния здоровья рабочей силы, имеющей по крайней мере базовое образование (4-я составляющая).

По мере повышения конкурентоспособности наблюдается дальнейший экономический рост и вместе с ним увеличение производительности и рост заработных плат. Страны создают предпосылки и переходят к следующей стадии, где экономический рост зависит от эффективности. На этой стадии необходимо внедрять более эффективные производственные процессы и повышать качество продукции, так как зарплаты выросли, а цены повысить нельзя. Повышение уровня конкурентоспособности на этом этапе в большей мере зависит от качества высшего образования и профессиональной подготовки (5-я составляю-

щая), эффективного рынка товаров и услуг (6-я составляющая), хорошо функционирующего рынка труда (7-я составляющая), развитости финансового рынка (8-я составляющая), способности использовать существующие технологии (9-я составляющая) и размеров внутреннего и внешнего рынков (10-я составляющая).

Когда страны переходят к инновационному этапу развития экономики, заработная плата вырастает настолько, что поддерживать ее высокий уровень и соответствующий уровень жизни такие страны могут только при условии, если компании конкурируют за счет новой или уникальной продукции, услуг, моделей или процессов. На инновационной стадии страны и компании должны конкурировать за счет новых технологий (12-я составляющая), производя новые разнообразные товары, и за счет высокоразвитых производственных процессов или бизнес-моделей (11-я составляющая). ИГК учитывает этапы экономического развития: больший удельный вес придается тем составляющим, которые относительно более важны для текущей стадии экономического развития страны. То есть, хотя все 12 составляющих имеют определенное значение для всех стран, относительная важность каждой составляющей зависит от того, на каком этапе развития находится страна. Чтобы это учесть, составляющие сгруппированы в три субиндекса, каждый из которых является наиболее важным на определенной стадии развития экономики. Субиндекс «базовые условия развития» объединяет составляющие, имеющие решающее значение для стран на факторной стадии. Субиндекс «усилители эффективности развития» включает те составляющие, которые критичны для стран на этапе становления эффективной экономики, а субиндекс «инновационное развитие» охватывает те составляющие, которые доминантны и критичны для инновационно-ориентированных стран (табл. 1).

Таблица 1

Субиндексы и факторы глобальной конкурентоспособности стадий развития экономик*

Субиндексы и факторы глобальной конкурентоспособности	Стадии развития экономик
I. Базовые условия развития 1. Институты 2. Инфраструктура 3. Макроэкономическая среда 4. Здравоохранение и начальное образование	Факторно-ориентированные
II. Усилители эффективности развития 5. Высшее образование и профессиональная подготовка 6. Эффективность рынка товаров 7. Эффективность рынка труда 8. Уровень развития финансового рынка 9. Технологическая готовность 10. Размер рынка	Ориентированные на эффективность
III. Инновационного развития 11. Конкурентоспособности компаний 12. Инновации	Инновационно-ориентированные

*Источник: [4].

Весовые доли для каждого субиндекса на определенном этапе развития показаны в табл. 2. Они были рассчитаны путем построения регрессий зависимости темпов роста ВВП на душу населения от результата по каждому субиндексу за прошедшие годы, вследствие чего были получены различные коэффициенты для каждого этапа развития экономики. В результате округления данных эконометрических подсчетов были выбраны показатели веса, отображенные в табл. 2.

Стадии развития экономики стран определяются с помощью двух критериев. Первый – уровень ВВП на душу населения с учетом рыночного курса валют. Этот широко распространенный показатель используется для приблизительного расчета заработных плат, поскольку международных данных касательно заработных плат по всем странам не существует. Используемые пороговые значения диапазонов также показаны в табл. 2. Второй критерий используется для богатых стран, процветание которых зависит от добычи ресурсов. При подсчете определяется доля полезных ископаемых в общем экспорте (товары и услуги) страны, и предполагается, что, если полезные ископаемые составляют более 70% (измеряется путем использования среднего значения за пять лет), то страна является в большей степени факторно-ориентированной. Страны, экономика которых пребывает между двумя

из любых трех стадий, считаются странами с «переходной экономикой». Для этих стран удельный вес составляющих плавно меняется на протяжении развития страны, что отражает процесс плавного перехода от одной стадии развития к другой. Благодаря этому придается больший вес тем сферам, которые с развитием страны приобретают все большую роль в конкурентоспособности страны, и, как результат, ИГК может высвечивать страны, которые не готовятся к следующему этапу.

Таблица 2

Структурные сдвиги и пороговые значения показателей стадий развития экономик*

Показатели	Стадия факторной ориентированности (1)	Переход от первой ко второй стадии	Стадия ориентированности на эффективность (2)	Переход от второй к третьей стадии	Стадия ориентированности на инновации (3)
ВВП на душу населения, в долл. США	< 2000	2000–2999	3000–8999	9000–17000	> 17 000
Веса для субиндекса «Базовые условия развития», %	60	40–60	40	20–40	20
Веса для субиндекса «Усилители эффективности», %	35	35–50	50	50	50
Веса для субиндекса «Иинновационное развитие», %	5	5–10	10	10–30	> 30

*Источник: [4].

Согласно классификатору развития стран мира [4], Казахстан входит в число стран модернизационного транзита, осуществляющих переход от стадии, ориентированной на эффективность, на стадию инновационного развития. Среди 21 страны переходного типа Казахстан занимает шестое место, что свидетельствует о высокой оценке потенциала развития и инновационного будущего. Президент Казахстана – лидер нации Н.А. Назарбаев, объективно оценивая возможности и перспективы развития Казахстана в глобальном потоке будущего, в своем Послании народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» от 14.12.2012 года прямо ставит задачу: «Наша главная цель – к 2050 году войти в **число 30-ти самых развитых государств мира.** Наши **достижения** и наша **казахстанская модель развития должны стать основой нового политического курса. «**Стратегия «Казахстан-2050» – это **гармоничное развитие** «Стратегии «Казахстан-2030» на новом этапе. Это ответ на вопрос, **кто мы, куда идем** и **где хотим быть** к 2050 году… **Среди развивающихся стран конкуренция** за место в этом клубе **будет ожесточенной.** Нация должна быть готова к **глобальному экономическому противоборству,** ясно осознавая, что место под солнцем гарантировано лишь сильнейшим» [3].

Политическая готовность Казахстана для достижения уровня 30 развитых стран мира к 2050 году – это глубоко вдохновляющая и мобилизующая идея, воплощение которой потребует решения масштабных задач на уровне мировоззренческого прорыва, и только так можно достичь главной цели национального развития в системе глобального мира будущего.

Для оценки возможностей реализации задач «Казахстан – 2050» предлагаем рассмотреть параметры факторов глобальной конкурентоспособности 50 стран мира через интервальное исследование стран-реперов через 10 пунктов. Интервальные значения могут служить гипотетическими дистанциями на траектории национального развития и будут отображать параметры и структуру факторов конкурентоспособности, желательную на определенном временном интервале будущего.

В качестве интервалов предлагается использовать рейтинги ИГК 6 стран: Индонезия, Панама, Исландия, Австралия, Япония и Швейцария, соответственно занимающих 50, 40, 30, 20, 10 и 1 места в глобальном рейтинге конкурентоспособности. Сравнительный анализ основных факторов глобальной конкурентоспособности показывает, что существуют структурные и весовые различия между значениями субиндексов и показателями Казахстана с ближайщим конкурентом – Панамой, занимающим 40 место в рейтинге ИГК (табл. 3).

Чтобы Казахстану достичь промежуточную цель – вхождения в список 40 конкурентных стран мира на уровне современной

Панамы, предстоит на уровне субиндекса «Базовые требования развития» улучшить инфраструктуру, здравоохранение и начальное образование. По субиндексу «Усилители эффективности развития» необходимо повысить эффективность рынка товаров и услуг, резко сократить уровень отставания в развитии финансового рынка и технологического развития. По субиндексу «Инновационное развитие» в уровне конкурентоспособности компаний и инновационного потенциала существует двухкратный разрыв, что свидетельствует о низком инновационном потенциале экономики Казахстана, который сдерживает рост эффективности и конкурентоспособности национальной экономики на глобальном уровне.

Таблица 3

Соотношения факторов конкурентоспособности стран-реперов в интервале 10 пунктов ИГК за 2011 год*

Основные факторы глобальной конкурентоспособности	Страны-реперы, интервал 10 пунктов ИГК						
	Швейцария	Япония	Австралия	Исландия	Панама	Индонезия	Казахстан
Рейтинг ИГК	1	10	20	30	40	50	51
I. Базовые условия развития	2	29	12	30	50	58	47
1. Качество институтов	5	22	18	23	69	72	66
2. Инфраструктура	5	11	18	20	37	78	67
3. Макроэкономическая среда	8	124	26	123	53	25	16
4. Здравоохранение и начальное образование	8	10	13	6	69	70	92
II. Усилители эффективности развития	5	11	13	36	50	58	56
5. Высшее образование и профессиональная подготовка	3	21	11	13	69	73	58
6. Эффективность рынка товаров и услуг	7	20	24	45	35	63	71
7. Эффективность рынка труда	1	20	42	12	89	120	19
8. Уровень развития финансового рынка	9	36	8	97	23	70	115
9. Технологический уровень развития	6	16	19	8	36	85	55
10. Размер внутреннего рынка	39	4	21	126	79	16	55
III. Инновационного развития	1	2	28	24	48	40	104
11. Конкурентоспособность компаний	2	1	30	29	50	42	99
12. Инновационный потенциал	1	5	23	20	45	39	103

* И с т о ч н и к : [5].

Сравнительный анализ на уровне субиндексов свидетельствует, что, если значения субиндексов «Базовые требования развития» и «Усилители эффективности развития» находятся в пределах допустимой реализации, то по субиндексу «Инновационного развития» Казахстану предстоит осуществить огромные усилия на преодоление отставания конкурентоспособности компаний и инновационного развития.

Для достижения уровня развития 30 конкурентных стран мира, к примеру, уровня развития современной Исландии, Казахстану в системе субиндекса «Базовые условия развития» предстоит в три раза повысить качество институтов и инфраструктуры, необходимо 15-кратное улучшение здравоохранения и начального образования, что по совокупности должно привести к созданию качественно новых систем жизнеобеспечения страны. На уровне субиндекса «Усилители эффективности развития» наблюдается почти 4,5-кратный разрыв в уровне высшего образования и профессиональной подготовки, по уровню технологического развития разрыв составляет почти 6,9 раза. По субиндексу «Инновационное развитие» разрыв по уровню конкурентоспособности компаний составляет в 3,4 раза, а по уровню инновационного потенциала разрыв составляет 5,1 раза.

Проблема инновационного отставания Казахстана заключается в том, что страна не выделяет достаточных средств на инновационное развитие, хотя развитие интеллектуального потенциала по индексу IG составляет 94 единицы, и по этому параметру ее можно отнести к перспективным среднеразвитым странам в плане интеллектуального развития [1, 2]. Системные причины

инновационного отставания Казахстана также заключаются в отсутствии инновационных традиций; нет научных систем и лабораторий мирового уровня, способных генерировать новые идеи; нет технополисов и технопарков, способных довести прорывные идеи до технологий; нет инжиниринговых систем, способных обеспечить продвижение национальных инновационных технологий, товаров и услуг на мировой рынок; нет инновационного маркетинга и менеджмента, способного организовывать на мировом уровне рекламу, монтаж, сервиз и утилизацию инновационного продукта, как того требуют правила и обычаи мирового высокотехнологического бизнеса.

Учитывая результаты сравнительного анализа на уровне субиндексов и факторов глобальной конкурентоспособности стран мира, особенно отставание Казахстана по инновационному развитию, был проведен эконометрический анализ зависимости инновационного индекса от уровня интеллекта человека, уровня инновационных затрат и уровня инновационной эффективности по 40 странам мира из [1, 2]. При этом форма нелинейной связи выбирается так, чтобы можно было рассчитать коэффициент эластичности, т.е. изменение результирующего фактора от 1%-го изменения учитываемого фактора.

Искомая модель имеет следующий вид:

$$UU = 0{,}0374 \cdot IQ^{0{,}7465} \cdot UUЭ^{0{,}3362} \cdot UUЗ^{0{,}3824},$$

где UU – инновационный индекс; IQ – коэффициент интеллекта; $UUЭ$ – индекс инновационной эффективности; UUЗ – индекс инновационных затрат.

Параметры модели:

$$a = 0{,}0374;\ \alpha = 0{,}7465;$$

$$\beta = 0{,}3362;\ \gamma = 0{,}3824.$$

Оценочные коэффициенты:

$D = 0{,}82$ – коэффициент детерминации;

$R = 0{,}9$ – коэффициент корреляции;

$F = 56{,}05$ – критерий Фишера;

$t = 12{,}968$ –распределение Стьюдента;

$x^2 = 10{,}316$ – хи квадрат распределение.

Сравнение критерия Фишера и распределения Стьюдента с их табличными значениями ($F_{табл} = 2{,}92$; $t_{табл} = 2{,}042$) говорят о значимости как коэффициента корреляции, так и коэффициента детерминации. Сравнение хи квадрат распределения с табличным значением $\left(x^2_{табл} = 55{,}76\right)$ показывает очень незначительную мультиколлинеарность.

Коэффициенты эластичности по эконометрической модели инновационного индекса показывают, что рост коэффициента интеллекта на 1% при неизменности инновационной эффективности и инновационных затрат приводит к росту инновационного индекса на 0,7465%. Рост индекса инновационной эффективности на 1% при неизменности коэффициента интеллекта и иновационных затрат приводит к росту инновационного индекса на 0,3362%. Рост индекса инновационных затрат на 1%, при неизменности коэффициента интеллекта и инновационной эффективности приводит к росту инновационного индекса на 0,3824%. В целом комплексное влияние указанных трех составляющих субиндекса «Инновационное развитие», то есть рост каждого из учтенных факторов на 1% приводит к росту инновационного индекса на 1,4651%. Подобное обстоятельство говорит о достаточно хорошем влиянии уровня интеллектуальных ресурсов на преодоление отставания по субиндексу «Инновационное развитие».

Обобщенно можно сказать, что Казахстану для решения задач вхождения в «Клуб 30 развитых стран мира», согласно Стратегии «Казахстан 2050», предстоит осуществить масштабную модернизацию национальной экономики через формирование на уровне развитых стран институтов, инфраструктуры, системы здравоохранения, начального образования, высшего профессионального образования с целью ускоренного сокращения технологического и инновационного отставания. Повышение уровня глобальной конкурентоспособности национальной экономики должно быть достигнуто через смену приоритетов развития. Страна в период модернизационного транзита на пути перехода к инновационному типу развития должна изменить структуру экономики путем создания мощного высокотехнологичного сектора на основе формирования инновационной системы мирового уровня, способного генерировать новые научные знания, технологии, товары и услуги и продвижения их на мировой рынок. Основной фактор развития Казахстана – высокий уровень интеллектуальных ресурсов – необходимо целенаправленно воспроизводить и приумножать для решения задач инновационного развития страны и достижения высокого уровня в глобальной конкурентоспособности.

Обращаясь к народу Казахстана в своем Послании «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» Президент Республики Казахстан – лидер нации, Нурсултан Назарбаев,

подчеркивает: «**Уважаемые казахстанцы! Мои соотечественники!** Сегодня в своем Послании я обращаюсь к каждому из вас. Перед страной стоят **масштабные задачи**. И я **уверен в нашем успехе. Я** твердо уверен, что **казахстанцы 2050 года** – это общество образованных и свободных людей… Я убежден, что **Казахстан 2050 года** – это …государство с сильной экономикой, где все делается для человека. Где лучшее образование, лучшее здравоохранение. И **сегодня мы должны сделать единственно верный выбор.** Мы не должны забывать, что адекватный ответ **вызовам времени** мы сможем дать только при условии **сохранения нашего культурного кода:** языка, духовности, традиций, ценностей….Я призываю **весь народ** вооружиться вечными качествами – усердием, трудолюбием и целеустремленностью, которые помогут нам устоять и создать нашей Родине достойное будущее. Я верю в вас. Я верю, что новый исторический шанс не будет нами упущен» [3].

Послание «Стратегия «Казахстан-2050» закладывает громадный пассионарный импульс к развитию и формирует устойчивое устремление в будущее. Формирование контуров будущего и управление будущим становится национальным проектом казахстанского общества, целью которого является практическое воплощения мировоззренческого прорыва в глобальное будущее. В этой связи проведенное измерение развития Казахстана в системе глобальных трендов дает твердые основания и надежду на позитивное решение грандиозных задач, стоящих перед страной на период до 2050 года.

С другой стороны, анализ измерителей развития и глобальной конкурентоспособности дает возможность другим развивающимся странам оценить свои возможности и сформировать стратегию будущего развития по достижению высокого уровня в глобальной конкурентоспособности.

Выводы

1. Сравнительный анализ по глобальным индексам дает возможность установить качество функцирования национальных экономик в системе сложившегося мирового порядка.

2. Благодаря указанным структурным сдвигам и пороговым значениям показателей стадий развития экономики, придается больший вес тем сферам, которые с развитием страны приобретают большую роль в конкурентоспособности страны.

3. Согласно классификатору развития стран мира, определено место Казахстана как страны, осуществляющей переход от стадии, ориентированной на эффективность, на стадию инновационного развития.

4. Учитывая отставание Казахстана по инновационному развитию, рассмотрена эконометрическая зависимость инновационного индекса от уровня интеллекта человека, уровня инновационных затрат и уровня инновационной эффективности. Из этой зависимости следует достаточно хорошее влияние уровня интеллектуальных ресурсов на преодоление оставания по субиндексу «Инновационное развитие».

5. В целом измерение национального развития в системе глобальных трендов позволяет странам оценить свои возможности и выработать конкурентоспособную стратегию будущего развития.

Список литературы

1. Глобальный инновационный индекс http://ru.wikipedia.org/wiki Глобальный_инновационный_индекс (дата обращения апрель 2013 года).

2. Интеллект и экономическое развитие. Ричард Линн. Психология // Журнал Высшей школы экономики. – 2008. – Т. 5. – № 2. – С. 89–108: пер. с анг. Е.А. Валуева. [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий. URL: http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/3094. (дата обращения апрель 2013 года).

3. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Нурсултана Назарбаева, народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства». Астана, Акорда, 14.12.2012 год: http://akorda.kz/index.php. (дата обращения январь 2013 года)

4. The Global Competitiveness Report 2012–2013: пер. с англ. Раздел 1. Индекс глобальной конкурентоспособности 2012: Рост продуктивности для поддержки восстановления экономики. С. 11–25: http://www.competitiveukraine.org/upload/r… (дата обращения март 2013 года).

5. The Global Competitiveness Report 2012–2013. C.13-20.: http://www.weforum.org.gcr. (дата обращения март 2013 года).

References

1. Global'nyj innovacionnyj indeks http://ru.wikipedia.org/wiki Global'nyj_innovacionnyj_indeks&oldid (data obrashhenija aprel' 2013 goda).

2. Intellekt i jekonomicheskoe razvitie. Richard Linn. Psihologija. Zhurnal Vysshej shkoly jekonomiki. 2008. T. 5. no. 2. pp. 89–108. Perevod s anglijskogo: E.A. Valueva. [Jelektronnyj resurs] // Centr gumanitarnyh tehnologij. URL: http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/3094. (data obrashhenija aprel' 2013 goda).

3. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan – Lidera nacii Nursultana Nazarbaeva, narodu Kazahstana «Strategija «Kazahstan-2050»: novyj politicheskij kurs sostojavshegosja gosudarstva». Astana, Akorda, 14.12.2012 god: http://akorda.kz/index.php. (data obrashhenija janvar' 2013 goda).

4. The Global Competitiveness Report 2012–2013. Perevod s anglijskogo. Razdel 1. Indeks global'noj konkurentosposobnosti 2012: Rost produktivnosti dlja podderzhki vosstanovlenija jekonomiki. pp. 11–25: http://www.competitiveukraine.org/upload/r… (data obrashhenija mart 2013 goda).

5. The Global Competitiveness Report 2012–2013. S.13-20.: http://www.weforum.org.gcr. (data obrashhenija mart 2013 goda).

Рецензенты:

Мухаммедов А.У., д.э.н., профессор, декан факультета «Экономика и учет» Университета международного бизнеса, г. Алматы;

Смагулов А.С., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Менеджмент и маркетинг» Казахского национального педагогического университета им. Абая, г. Алматы.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 331.543

УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Макарова Ж.А.

ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского», Омск, e-mail: zannet19@yandex.ru

В статье рассмотрена специфика управленческого консультирования с позиции особенностей интеллектуального труда, лежащего в основе этой профессиональной деятельности. Описаны основные элементы труда специалистов по управленческому консультированию, такие как субъект, объект, предмет, средства, технология, результаты, рассмотрены основные подходы к классификации субъектов управленческого консультирования, дана авторская классификация консультантов по управлению с позиции элементов трудового процесса, описан и визуализирован трудовой процесс специалистов по управленческому консультированию. Результаты проведенного аналитического исследования содержания труда консультантов являются важной основой для понимания сущности профессии «консультант по управлению» и ее специфических характеристик. Теоретические положения, изложенные в статье, могут быть полезны не только начинающим, но и опытным специалистам по управленческому консультированию.

Ключевые слова: интеллектуальный труд, управленческое консультирование, профессиональная деятельность, специалист по управленческому консультированию, консультант

MANAGEMENT CONSULTING AS A PROFESSION

Makarova Z.A.

Omsk State University n.a. F.M. Dostoevsky, Omsk, e-mail: zannet19@yandex.ru

The article describes the specifics of management consulting positions with the features of intellectual work, which is the basis of the professional activity. The basic elements of the work of specialists in management consulting, such as subject, object, object, tools, technology, the results are considered the main approaches to the classification of subjects of management consulting, given the author's classification of management consultants from the position of the elements of the labor process, is described and visualized workflow specialists management consulting. The results of the analytical study of the content of consultants are an important basis for understanding the profession of «management consultant» and its specific characteristics. Theoretical principles set out in the article, may be useful for both beginners and experienced professionals in management consulting.

Keywords: intellectual labour, management consulting, profession, specialists in management consulting, consultant

Управленческое консультирование представляет собой особый вид профессиональной деятельности, направленной на оказание услуг руководителям организаций в области экономики и управления в форме независимой помощи и советов. В основе деятельности подобного рода лежит особый вид труда, обладающий специфическими элементами и характеристиками – интеллектуальный. Для более глубокого понимания управленческого консультирования как профессии автор считает необходимым рассмотрение его специфики с позиции особенностей интеллектуального труда.

Цель исследования – описать особенности профессиональной деятельности специалистов по управленческому консультированию с позиции интеллектуального труда, лежащего в основе этой деятельности.

Интеллектуальный труд представляет собой труд, обладающий творческим характером и преобладанием затрат умственной энергии, связанный с переработкой информации и созданием нового знания, с социально высокоэффективным и высокотехнологическим производством [1]. Появление интеллектуального труда во многом связывают со значительным и динамичным ростом интеллектуализации труда в сфере услуг, вследствие трансформации экономики и переходом ее на новый качественный уровень. Интеллектуальный труд обладает особыми элементами труда, что обусловливает специфику характеристик управленческого консультирования как профессиональной деятельности (рис. 1). Дадим авторские уточнения характеристик профессиональной деятельности специалистов по управленческому консультированию с позиции элементов интеллектуального труда.

Субъектом управленческого консультирования как трудового процесса является специалист по управленческому консультированию или консультант по управлению. Маринко Г.И. под консультантом подразумевает специалиста, обладающего знаниями в конкретной области, который приглашен для выполнения работы, требующей специальных знаний и практических навыков [2]. Специалисты по управленческому консультированию – особая категория рабочей силы, обладающая специфическими компетенциями, оригинальным опытом и исключительными знаниями в области управления организацией. Это позволяет консультантам выполнять в процессе производства более сложные, инновационные функции [4].

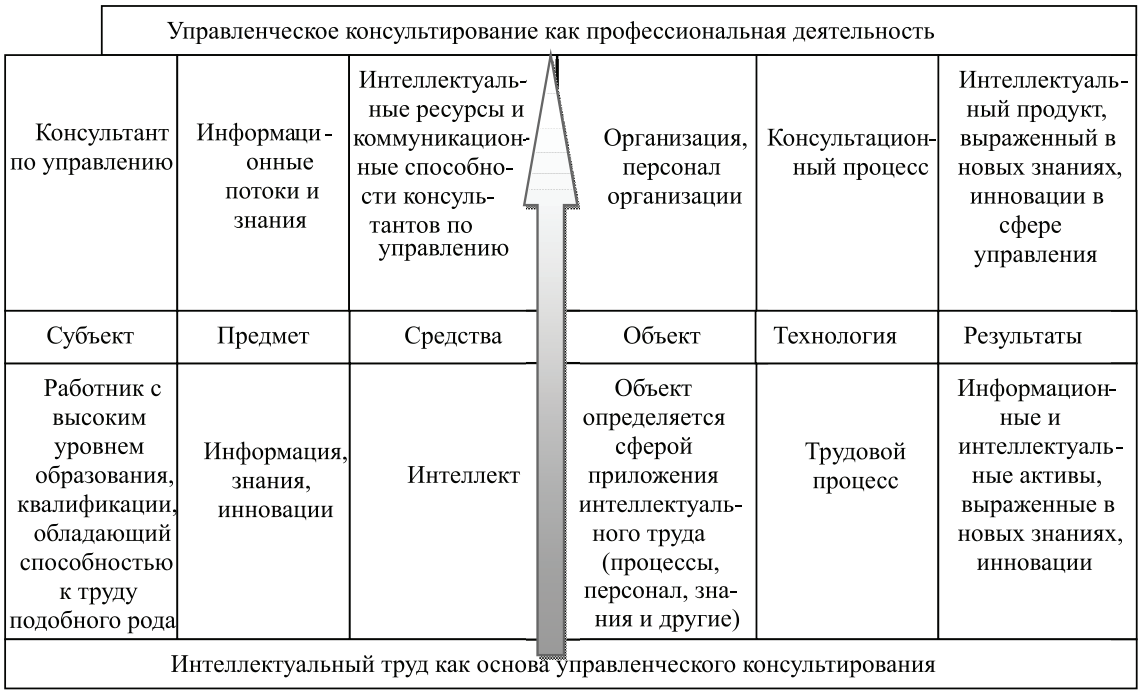


Рис. 1. Взаимосвязь элементов интеллектуального труда и характеристик управленческого консультирования

Существует большое количество подходов к классификациям специалистов по управленческому консультированию, но практически все они строятся на основании двух подходов [3]:

– с точки зрения предмета консультирования – попредметная классификация;

– с точки зрения метода консультирования – методологическая классификация.

Попредметная классификация представлена более обширно, так как она является более доступной и легкой для понимания потребителями услуг специалистов по управленческому консультированию. Соответственно этой классификации выделяют специалистов по вопросам консультирования в общем менеджменте, консультантов по производственному менеджменту, консультантов по маркетингу, консультантов по вопросам управления персоналом и так далее.

Методологическая классификация имеет другое направление – она ориентирована на восприятие самими консультантами. Такая классификация позволяет классифицировать специалистов по управленческому консультированию с позиции методов их работы. На основании этой классификации выделяют консультантов-экспертов, консультантов по процессу и обучающих консультантов.

Существуют также и другие классификации, основанные на большом многообразии принципов, разработанные такими авторами, как Алешникова В.И, Шейн Е., Кернс Д.Т., Недлер Д.А., Пригожин А.П. Но, несмотря на разнообразие критериев, многие классификации специалистов по управленческому консультированию совпадают. Автор предлагает свою классификацию данной категории рабочей силы с позиции элементов трудового процесса, что позволит избежать возможных повторений и рассмотреть разнообразные виды консультантов по управлению непосредственно через элементы труда специалистов по управленческому консультированию (таблица).

Как видно из таблицы, классификация с позиции элементов трудового процесса позволяет проследить разделение труда в управленческом консультировании и сделать вывод о существовании особенностей содержания труда и трудового процесса у разных типов специалистов по управленческому консультированию. Это дает автору право сделать предположение о возможных различиях в профессиональных компетенциях разных типов консультантов по управлению.

Объектом консультирования выступает человек, а точнее, организация как целевая форма объединения активного человеческого ресурса. Объект управленческого консультирования совпадает с объектом управления как особого вида трудовой деятельности. Это значит, что труд специалиста по управленческому консультированию и труд управленца как представителя организации однонаправлены, а в процессе

консультирования между ними возникает особая форма кооперации труда – сотрудничество или партнерство. Этот вид сложной кооперации труда строится на определенных принципах и основывается на разделении труда между субъектом и представителем объекта управленческого консультирования при реализации задач по совершенствованию управления. Характер взаимодействия клиента и консультанта в процессе труда, их обязанности и права, характер принятия решений находят свое отражение в той или иной форме организации разделения труда – определенной модели управленческого консультирования. Выбор модели зависит от следующих факторов:

1) специфики объекта (отраслевая принадлежность, масштабы объекта, мотивация к совместной деятельности с консультантом и изменениям, квалификация и опыт управленческого персонала);

2) особенностей субъекта (профессиональные и личные качества, квалификация и опыт консультанта по управлению);

3) характера решаемой проблемы, ожиданий от результата сотрудничества.

Классификация специалистов по управленческому консультированию по элементам трудового процесса

Критерий	Тип специалистов по управленческому консультированию
По субъекту трудового процесса: – по масштабам субъекта; – по характеру организации труда; – по специализации субъекта	– индивидуальные консультанты; – малые отечественные консалтинговые фирмы; – средние отечественные консалтинговые фирмы; – крупные отечественные консалтинговые фирмы; – отделения международных консалтинговых фирм
	– индивидуальные консультанты (фрилансеры); – наемные консультанты
	– специалист; – универсал (дженералист)
По объекту трудового процесса: – по масштабам объекта; – по месту расположению относительно объекта	– специалист по микроконсультированию (структурные подразделения, малый бизнес); – специалист по макроконсультированию (средний и крупный бизнес, ассоциации, объединения, холдинги, территории, регион, республика)
	– внутренний консультант; – внешний консультант
По предмету трудового процесса	– консультант проекта; – консультант процесса
По технологиям и методам трудового процесса	– консультант-эксперт; – процессный консультант; – проектный консультант
По целям и задачам трудового процесса	– консультант по оперативному управлению; – консультант по стратегическому управлению; – консультант-организатор; – консультант по развитию

Автор выделяет три модели организации разделения труда субъекта и представителя объекта в процессе управленческого консультирования – экспертное, обучающее и процессное консультирование, а также их сочетания – экспертно-обучающее, процессно-обучающее, экспертно-процессное и другие. Самым интенсивным характером сотрудничества обладает модель процессного консультирования. Взаимодействие клиента и консультанта по управлению при обучающем консультировании ограничивается только этапом формирования команды и непосредственно обучения. Экспертное консультирование отличается неосложненным взаимодействием и характеризуется достаточно высоким уровнем автономности представителя объекта и субъекта консультирования.

Следующей характеристикой профессиональной деятельности консультанта по управлению является ее предмет. Предметом профессиональной деятельности специалистов по управленческому консультированию выступают обширные информационные потоки и знания в различных областях экономики и менеджмента. Профессиональная деятельность специалистов по управленческому консультированию подразумевает использование невещных живых средств труда, таких как интеллектуальные ресурсы и коммуникационные способности. Благодаря использованию перечисленных средств труда,

консультант по управлению собирает необходимую информацию, на ее основе создает либо конфигурирует из старых новые знания. Результатом такой деятельности является инновационный продукт, выраженный в актуальных и необходимых клиенту знаниях либо в инновациях в сфере управления. Качество полученного результата напрямую зависит от двух аспектов:

1) качества взаимодействия субъекта и объекта консультирования и их взаимной мотивации;

2) индивидуальных интеллектуальных способностей, уровня квалификации и компетентности непосредственно консультанта по управлению.

При этом результат деятельности должен быть актуальным, ценным для клиента и адекватным современным экономическим реалиям.

Трудовой процесс специалистов по управленческому консультированию являет собой не что иное, как процесс консультирования. Процесс консультирования – последовательная серия действий, шагов, организационных событий и мероприятий, которые предпринимает консультант для разрешения проблем, достижения позитивных перемен внутри клиентской организации и/или создания условий, при которых клиент в состоянии сделать это самостоятельно [5].

Достаточно часто консультационный процесс синонимизируют с понятием «консалтинговый проект», что является не совсем корректным. Консалтинговый проект является основным и самым главным этапом трудового процесса консультантов по управлению, но помимо этого этапа процесс консультирования включает также предпроектные и постпроектные стадии [3]. Учитывая это замечание, автор визуализировал консультационный процесс с точки зрения элементов трудового процесса (рис. 2).

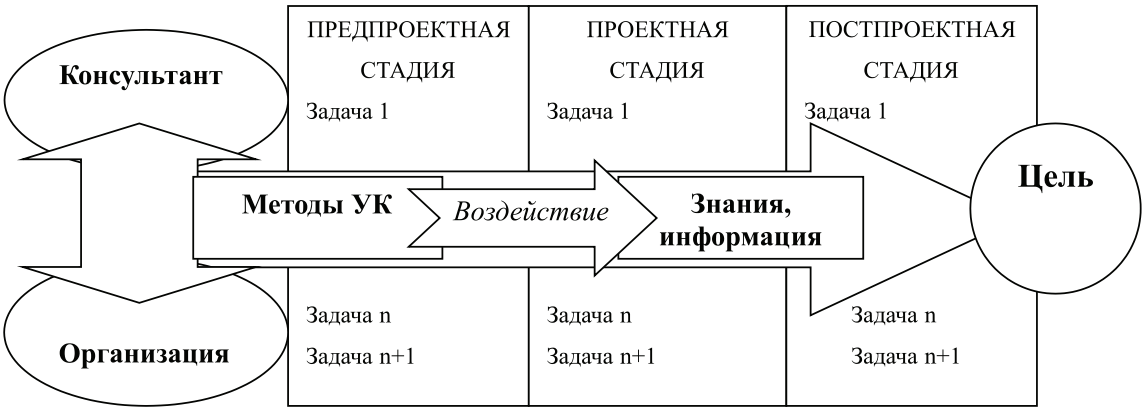


Рис. 2. Консультационный процесс с позиции элементов трудового процесса

Как видно из рисунка, во-первых, трудовой процесс консультантов имеет некоторую прерывность в этапах, так может существовать вероятность временного разрыва между разными стадиями (например, предпроектная стадия пройдена в середине учетного года, но организация-клиент заложила средства в бюджет на реализацию проекта только на начало следующего). Таким образом, можно выделить еще одну характерную черту управленческого консультирования как профессиональной деятельности – дискретность трудового процесса.

1. Консультант по управлению в рамках проектной стадии принимает на себя дополнительную роль – управляющего проектом (проект-менеджера). Такая двойственность несет в себе определенные ограничения, выражающиеся в экономической, нормативно-правовой, этической и дискреционной ответственностях консультанта по управлению.

2. Трудовой процесс консультанта по управлению на проектной стадии строго ограничен финансовым, временным и ресурсными бюджетами.

3. Труд консультанта по управлению в рамках консалтингового проекта имеет строгую направленность на достижение конкретных целей и получения результатов, ценных и важных для организации-клиента.

4. Деятельность консультанта как управляющего проектом строго регламентирована логикой и требованиями к качеству.

5. Проектная деятельность координируется консультантом по средствам решения поставленных задач, выполнения взаимосвязанных работ с поуровневой детализацией по видам деятельности, ответственности, объемам и ресурсам.

6. Деятельность консультанта в рамках конкретного проекта является нецикличной, однократной, что предопределяет

непосредственно ее уникальность и уникальность полученного результата.

Таким образом, в ходе проведенного аналитического исследования автором:

– Дано подробное описание профессии консультанта по управлению с позиции интеллектуального труда, лежащего в ее основе;

– Даны авторские уточнения характеристик профессиональной деятельности специалистов по управленческому консультированию с позиции элементов интеллектуального труда (субъект, объект, предмет, средства, технология, результаты, трудовой процесс);

– Рассмотрены основные подходы к классификации субъектов управленческого консультирования;

– Дана авторская классификация консультантов по управлению с позиции элементов трудового процесса;

– В ходе анализа выявлены и описаны особенности профессиональной деятельности специалистов по управленческому консультированию с позиции лежащего в ее основе интеллектуального труда и его элементов.

Список литературы

1. Бардина И.В., Землянухина С.Г. Рынок интеллектуальных услуг в инновационной экономике России// Вестник Саратовского государственного технического университета – 2010. – Т.4; № 1. – С. 207–217.

2. Маринко Г.И. Управленческий консалтинг: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2005. – 381 с.

3. Посадский А.П.Основы консалтинга: пособие для преподавателей экон. и бизнес-дисциплин / Гос. ун-т – Высш. школа экономики. – М.: ГУ ВШЭ, 1999. – 238 с.

4. Ткалич А.И. Воспроизводство кадров консультирования в современной России // Сервис Plus. – 2010. – № 3. – С. 152–159.

5. Токмакова Н.О. Основы управленческого консультирования: учебно-практическое пособие. – М.: МЭСИ, 2006. – 240 с.

References

1. Bardina I.V., Zemluanukhina S.G. Vestnik saratovskogo gosudarstvennogo tehni4eskogo universiteta – Vestnik of the saratov state technical university, 2010, Vol.4, no.1, pp. 207–217

2. Marinko G.I. Upravlen4eskijkonsalting [Management-Consulting].Moscow, Infra-M, 2005. 381 p.

3. Posadskij A.P. Osnovy konsaltinga [Basics of consulting]. Moscow, GU VSHE, 1999. 238 p.

4. Tkalich A.I. Servisplus – Serviceplus. 2010. no.3. pp. 152–159.

5. Tokmakova N.O. Osnovy upravlen4eskogo konsul'tirovanija [Basics of management-consulting]. Moscow, MESI, 2006. 240 p.

Рецензенты:

Родина Л.А., д.э.н., профессор, кафедра «Налоги и налогообложение», экономический факультет, ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, г. Омск;

Смелик Р.Г., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Бухгалтерский учет и аудит», экономический факультет, ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, г. Омск.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 001.8:658.14/17:339

КОНЦЕПЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, АЛГОРИТМОВ, МЕТОДИК И ПРОГРАММ

Парушина Н.В., Сучкова Н.А., Губина О.В.

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли», Орёл, e-mail: ogiet@orn.ru; ogiet@ogiet.ru

Решение приоритетных задач развития российской экономики, повышения ее конкурентоспособности, интеграция в мировое хозяйство требуют качественной и профессионально-ориентированной подготовки кадров. Формирование интеллектуального, профессионально развитого специалиста осуществляется в процессе обучения и воспитания на основе личностно-ориентированного подхода, учитывающего интересы, творческий потенциал, научные способности молодого человека. Процесс обучения и приобщения к науке начинается в стенах высшего учебного заведения, реализующего образовательные программы согласно требованиям российского законодательства. Концептуальные подходы качественной подготовки кадров предусматривают расширение профессиональных компетенций, исходя из потребностей и запросов работодателей. Разработка и реализация концептуальной модели профессиональной подготовки выпускников вуза апробируется в рамках изучения отдельных дисциплин основных образовательных программ, связанных с освоением информационно-аналитических методик и способов в образовании и науке. Новизна и практическая значимость концепции заключается в разработке и использовании инновационных научно-образовательных технологий, методик, программ, алгоритмов, курсов. Результаты практической реализации концепции находят отражение в авторских учебниках, пособиях, монографиях, публикациях, обсуждаются на международных и российских конференциях, размещаются в информационных поисковых системах. Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.B37.21.0702.

Ключевые слова: инновационная деятельность, информационно-аналитические технологии, концепция, научно-образовательные технологии

CONCEPT OF PROFESSIONAL PERSONNEL TRAINING FOR INNOVATION ECONOMY BASED ON ADVANCED INFORMATION AND ANALYTICAL TECHNIQUES, ALGORITHMS, METHODS AND PROGRAMS

Parushina N.V., Suchkova N.A., Gubina O.V.

Orel State Institute of Economy and Trade, Orel, e-mail: ogiet@orn.ru; ogiet@ogiet.ru

Development priorities of the Russian economy, increase its competitiveness and integration into the world economy demand high quality and professionally oriented training. Formation of the intellectual and professional specialist performs in the process of training and education on the basis of a student-centered approach that takes into account the interests, creativity, scientific abilities of the young man. The process of training and initiation to science begins in time of getting higher education when educational programs are implementing in accordance with the requirements of the Russian legislation. Conceptual approaches of personnel training quality include the expansion of professional competence based on the needs and demands of employers. Development and implementation of a conceptual model of professional graduating training are testing while student explores single disciplines related to the development of information and analytical techniques, methods in education and science. The novelty and practical significance of the concept lies in the development and use of innovative scientific and educational technologies, methods, programs, algorithms courses. The results of the practical implementation of the concept are reflected in the author's books, textbooks, monographs, publications, and are discussed on Russian and international conferences. The study was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the agreement 14.B37.21.0702.

Keywords: innovation, information and analytical technologies, the concept of scientific and educational technology

Согласно Стратегии **инновационного развития Российской Федерации до 2020 года**, одним из главных направлений по обеспечению государственной безопасности в качестве безусловного приоритета определяется инновационное развитие национальной экономики, фундаментальная и прикладная наука, образование [2]. В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года переход экономики государства на инновационный тип развития невозможен без формирования конкурентоспособной в глобальном масштабе национальной инновационной системы. Ключевым фактором успешного функционирования такой системы являются эффективные механизмы и технологии воспроизводства конкурентоспособных на мировом уровне кадров, обеспечения повышения качества подготовки кадров, в том числе не только в рамках организации и реализации образовательного процесса, но и в процессе приобщения студентов к работе в научных и научно-образовательных структурах вузов [1].

Повышение качественного уровня подготовки специалистов для инновационной экономики, формирование и развитие их компетентностного портфолио возможно при разработке концепции профессиональной подготовки экономических кадров, их ориентации на бизнес, достижение максимального экономического эффекта производства.

Формирование и реализация концепции профессиональной подготовки кадров для инновационной экономики на основе современных научно-образовательных технологий, методик, алгоритмов и программ осуществляется авторским коллективом вуза при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. [4].

Рекомендуемая целостная концептуальная модель формирования кадрового потенциала для экономики страны основана на интеграции науки, образования, воспитания с учетом личностных способностей, накопленного профессионального уровня подготовки и карьерных амбиций и способствует эффективной и качественной реализации поставленных перед высшей школой задач по переходу к двухуровневой системе обучения. Современная востребованная концепция подготовки кадров для инновационной экономики охватывает все уровни кадровой подготовки, дополняя, углубляя, развивая профессиональные навыки и адаптируя их к реалиям производства, квалификационным требованиям работодателей и возможности дальнейшего совершенствования личностного статуса. Особенности развития высшего профессионального образования основаны на параллельной подготовке кадров по направлениям специалитета, бакалавриата, магистратуры, послевузовской (аспирантура, докторантура) и дополнительной системе подготовки и переподготовке специалистов (курсы и программы подготовки и переподготовки специалистов). Все это требует разнообразия и вариативности организации учебного и научного процессов и успешной организации воспитательной работы, адаптированной к специфике научной и образовательной деятельности студентов.

Цель реализации новой научно-образовательной концепции подготовки кадров для инновационной экономики на основе широкого использования информационно-аналитических технологий заключается в разработке инновационных, адаптированных к потребностям практики, технологий, моделей, методик, алгоритмов, программ и курсов в области информатизации, анализа и статического наблюдения, способствующих развитию и интеграции науки, образовательного процесса и практики; формированию и углублению профессиональных навыков, способностей и компетенций выпускников для современной экономики.

Проведение научных исследований в данных направлениях позволяет решить следующие масштабные задачи:

1) обеспечить эффективность и рост развития национальной экономики посредством применения современных информационно-аналитических технологий, методик, алгоритмов, системы аналитических индикаторов применительно к потребностям практики и работодателей;

2) повысить качество образовательного и научного уровня подготовки экономических кадров, способных реализовать личностный и профессиональный потенциал на практике;

3) восполнить отсутствие учебно-методического и научного материала для двухуровневой системы образования;

4) обменяться мнениями и технологиями с широкой научной общественностью и расширить информационные границы распространения профессиональных знаний и опыта.

Концепция разработки и реализации современных информационно-аналитических технологий при подготовке и переподготовке экономических кадров для сферы управления, обслуживания и производства адаптирована к ее использованию в образовании и науке во взаимосвязи.

В частности, в науке реализация концепции предусматривает разработку информационно-аналитических моделей технологий применительно к научно-практическим потребностям экономических субъектов разных сфер бизнеса и малого предпринимательства, апробированных на практике, дающих экономический эффект и позволяющих оценить рост рентабельности и улучшение финансового состояния организаций и предприятий, региональной экономики и экономики России в целом.

Наоборот, в образовательном процессе концепция отражает формирование информационно-аналитических моделей технологий применительно к системе образования, реализованных в образовательных программах, дисциплинах, курсах, учебно-методических материалах, позволяющих повысить качество обучения и компетентностный уровень студентов и слушателей в системе вузовского, послевузовского и дополнительного образования.

Результатами реализации концептуального подхода подготовки современного

компетентного и конкурентоспособности специалиста в учебном и научном процессах является разработка методологии, методики, практико-ориентированных моделей, программ, баз данных, алгоритмов и прочее.

Назначение и возможности использования результатов научно-исследовательской работы по разработке и реализации концепции формирования и реализации информационно-аналитических технологий в науке и образовании несколько различаются, и эти различия обусловлены спецификой поставленных задач, глубиной проработки вопросов, достижимостью результатов:

а) в науке – использование разработанных и усовершенствованных информационно-аналитических технологий и методик при выполнении научных исследований в различных областях экономики, на разных уровнях управления (микро-, мезо- и макро-); достижение высоких результатов и максимального экономического эффекта в процессе апробации научных результатов на практике; расширение тематики научно-исследовательской работы студентов и аспирантов и презентация научных достижений молодых ученых на национальном и международном уровне, развитие банка информационно-аналитических материалов для научных исследований докторантов, аспирантов, магистрантов и бакалавров.

б) в образовательном процессе – формирование учебно-методического комплекса материалов для организации образовательного процесса по всем образовательным программам; издание учебно-методических материалов для широкой образовательной общественности; формирование информационных образовательных ресурсов для возможного размещения в электронных библиотеках, повышение качества образовательных программ по информационно-аналитическому блоку дисциплин.

Предлагаемая нами концепция формирования и развития профессиональных навыков специалистов для инновационной экономики на основе разработки и реализации информационно-аналитических научно-образовательных технологий наглядно представлена на рис. 1.

Согласно новому закону «Об образовании», процесс обучения экономических кадров также должен быть направлен на расширение знаний, умений, навыков, компетенций, способствующих развитию интеллектуального, духовно-нравственного, творческого и профессионального уровня человека, удовлетворению его образовательных потребностей и интересов [3]. При формировании концепции современной системы образования и науки приоритетная роль отводится электронным и информационным ресурсам, инновационным технологиям. В их числе профессиональные базы данных, поисковые системы, образовательные программы и курсы, электронные учебные материалы. По своей сути разработка и внедрение этих современных образовательных технологий относится к инновационной деятельности. Инновационная деятельность ориентирована на совершенствование научно-педагогического, учебно-методического, организационного, кадрового и материально-технического обеспечения процессов обучения и воспитания личности и профессионала [5].

Инновационность предлагаемой концепции по подготовке кадров и развитию профессиональных компетенций специалистов в области экономики заключается в целенаправленном внедрении в образовательный и научный процессы новых технологий, методик, алгоритмов и программ, способствующих эффективному обучению. Инновационный подход ориентирует на внесение в процесс обучения новизны, обусловленной особенностями динамики развития общества и экономической деятельности, и заключается в выработке у обучаемых социально полезных знаний, убеждений, черт и качеств характера, отношений и опыта поведения в деловой среде.

Успешная реализация научно-образовательных процессов подготовки экономических кадров на всех уровнях образования предусматривает формирование системной модели, основанной на освоении и применении компьютерных технологий, программ, сборе и обработке масштабных массивов данных для проведения экспериментальных расчетов и апробации предложений и рекомендаций.

Реализуемая на практике система компьютеризации и информатизации научно-образовательных процессов подготовки экономических кадров, нашедшая применение в сфере образования и науки в вузе при осуществлении образовательных процессов по циклу аналитико-статистических дисциплин, приведена на рис. 2.

Данная система включает три основные ступени образования специалистов для экономики и подготовки научных и научно-педагогических кадров: бакалавриат, магистратура и аспирантура (докторантура). Обучающие и научные технологии по освоению и усвоению программных комплексов в процессе реализации учебного процесса и научной деятельности несколько отличаются. Учебный процесс основан на процедуре освоения, усвоения и расширения знаний. Научный процесс ориентирован на применение в качестве доказательной и аргументационной базы, апробации и возможного практического использования.

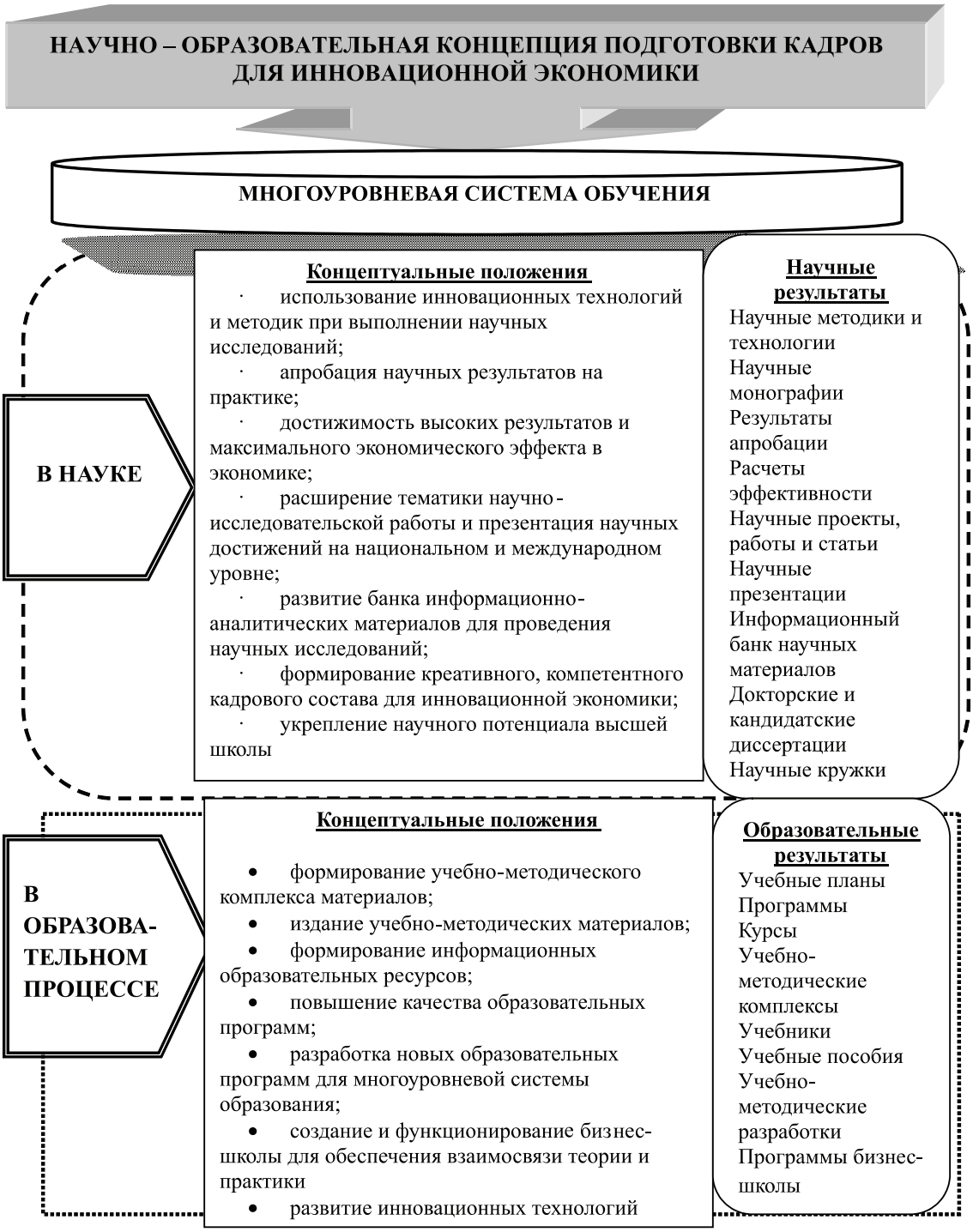


Рис. 1. Концепция формирования и развития профессиональных навыков специалистов для инновационной экономики на основе разработки и реализации информационно-аналитических научно-образовательных технологий

Таким образом, использование современной концепции реализации информационно-аналитических научно-образовательных технологий позволяет повысить качество подготовки экономистов, расширить спектр профессиональных знаний и навыков, способных обеспечить конкурентные преимущества на рынке труда, что способствует процветанию и укреплению стабильности экономики России.

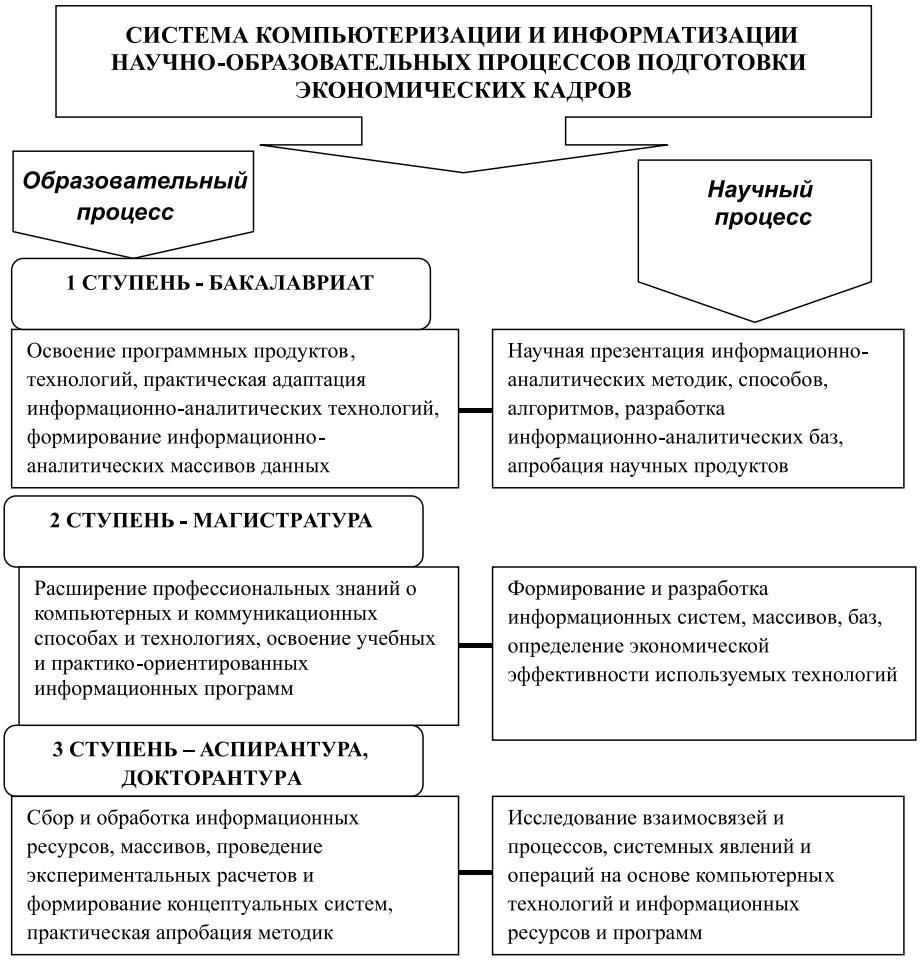


Рис. 2. Модель системы компьютеризации и информатизации научно-образовательных процессов подготовки кадров

Список литературы

1. Научные и научно-педагогические кадры инновационной России: концепция Федеральной целевой программы на 2014–2020 годы от 14 февраля 2013 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fcpkru.164.com1.ru/events/announces/3270/ (дата обращения: 20.08.2013).

2. О Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г.: распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124 (дата обращения: 21.08.2013).

3. Российское образование. Федеральный портал. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.edu.ru (дата обращения: 20.08.2013).

4. Научные и научно-педагогические кадры инновационной России: Федеральная целевая программа на 2009–2013 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.fcpk.ru (дата обращения: 10.08.2013).

5. Об образовании в Российской Федерации Федеральный закон от 29.12.2012г. № 273-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru (дата обращения: 20.08.2013).

References

1. The concept of the Federal target program «Scientific and Scientific-pedagogical personnel of innovative Russia» for 2014-2020 issued 14 February 2013, Available at: http://fcpkru.164.com1.ru/events/announces/3270/ (accessed 20 August 2013).

2. Resolution of the RF Government by December 8, 2011 № 2227-R «About the Strategy of innovative development of Russia for the period up to 2020», Available at: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124 (accessed 21 August 2013).

3. Russian education. The Federal portal, Available at: http://www.edu.ru (accessed 20 August 2013).

4. Federal target program «Scientific and scientific-pedagogical personnel of innovative Russia» for 2009-2013, Available at: http://www.fcpk.ru (accessed 10 August 2013).

5. Federal law by 29.12.2012 № 273-FZ «About education in the Russian Federation», Available at: http://www.consultant.ru (accessed 20 August 2013).

Рецензенты:

Паршутина И.Г., д.э.н., профессор, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли», г. Орёл;

Малявкина Л.И., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Информатика и информационные технологии», ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли», г. Орёл.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 330.131.7

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Туманов К.В., Бутрин А.Г.

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), Челябинск, e-mail: kvtumanov@mail.ru

Статья посвящена проблемам формирования методических основ управления реализацией готовой продукции в условиях интеграции как экономического явления. Авторами рассмотрен вариант сбыта готовой продукции с отсрочкой оплаты. В работе в состав затрат включены следующие виды затрат: на закупку ресурсов, на их пополнение и содержание, иммобилизацию, на поддержание вложений в дебиторскую задолженность, затраты по рискам неоплат и содержания служб взыскания. В состав потерь включены потери в виде дисконта при продаже долга и потери предприятия от предоставленных скидок. На основании классификации затрат и потерь на реализацию продукции промышленного предприятия с отсрочкой оплаты построена экономико-математическая модель. Модель направлена на решение оптимизационной задачи. Статья выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ 2012–2014 гг. «Организационно-экономическое обеспечение ресурсосберегающего инновационного развития предприятия».

Ключевые слова: интегрированные промышленные предприятия, затраты, потери, реализация продукции, модель

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF REALIZATION OF PRODUCTION OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

Tumanov K.V., Butrin A.G.

FSSFEI HPE «South Ural State University» (national research university), Chelyabinsk, e-mail: kvtumanov@mail.ru

Article is devoted to problems of formation of methodical bases of management by realization of finished goods in the conditions of integration as economic event. Authors considered option of sale of finished goods with a payment delay. In work the following types of expenses are included in structure of expenses: on purchase of resources, on their replenishment and the contents, an immobilization, on maintenance of investments in receivables, expenses on risks of neopayments and the maintenance of services of collecting. Losses are included in structure of losses in the form of discount at sale of a debt and enterprise loss from the provided discounts. On the basis of classification of expenses and losses on realization of production of the industrial enterprise with a delay of payment the economic-mathematical model is constructed. The model is directed on the solution of an optimizing task. Article is executed within the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of 2012-2014. «Organizational and economic ensuring resource-saving innovative development of the enterprise».

Keywords: the integrated industrial enterprises, expenses, losses, production realization, model

Исследование экономического содержания категории «реализации продукции» в условиях интеграции хозяйствующих субъектов определяется, на взгляд авторов, причинно-следственным закономерностям и следует из определения сущностных характеристик интеграции как экономического явления. Сложность экономического феномена интеграции промышленных предприятий в категориальном аспекте представляет совокупность организационно-экономических отношений между всеми субъектами, взаимодействующими в составе интегрированной структуры с целью гармонизации экономических интересов.

В связи с этим эффективность управления хозяйственными образованиями в промышленности с целью обеспечения их конкурентоспособности и получения максимального эффекта синергии требует обеспечения высокого качества управления реализаций готовой продукции на основе выработки актуального методологического подхода к управлению сбытом.

В основе методологического подхода для целей настоящей работы лежит модель, которая обладает следующими характерными чертами: имеет возможность отражать любую причинно-следственную связь, которую мы захотим учесть; имеет простую математическую форму; использует терминологию, синонимичную языку экономики и производства; охватывает большое число переменных, не превышая, однако, практических возможностей вычислительных машин.

В рамках данной работы предложен метод оптимизации в условиях, когда готовая продукция реализуется с отсрочкой оплаты, и возникает задача определения оптимального времени между отгрузкой готовой продукции потребителю и ее оплатой.

Критерием оптимизации реализации продукции являются интегральные затраты. Они складываются из затрат и потерь. Данный метод частично был разработан в трудах [1, 2, 3, 4, 5, 6], нами было проведено принципиальное усовершенствование. Основным является включение в состав затрат издержек на

создание готового продукта перед отгрузкой покупателю. Состав сформированных затрат на реализацию продукции промышленного предприятия с отсрочкой оплаты объединяет восемь следующих элементов.

1. Затраты по закупке ресурсов (y_{11}), включая: стоимость закупаемых ресурсов; затраты на их доставку и экспедирование до склада предприятия; затраты на тару, упаковку; затраты на страхование перевозки, если это необходимо; затраты на таможенные расходы, если это необходимо. В данном случае затраты можно определить как

$$y_{11} = \sum_{i=1}^{n} Ц_i \cdot Q_i + \sum_{i=1}^{n} Д_i + \sum_{i=1}^{n} T_i + \sum_{i=1}^{n} Стр_i + \sum_{i=1}^{n} Там_i, \quad (1)$$

где y_{11} – затраты, связанные с закупкой ресурсов, рублей в год; $Ц_i$ – цена приобретаемого i-го ресурса, рублей; Q_i – количество приобретаемого i-го ресурса (размер заказа), единиц; $\sum_{i=1}^{n} Д_i$ – стоимость доставки приобретаемого i-го ресурса до склада предприятия, рублей; $\sum_{i=1}^{n} T_i$ – стоимость тары для приобретаемого i-го ресурса, рублей; $\sum_{i=1}^{n} Стр_i$ – стоимость страхования для приобретаемого i-го ресурса, рублей; $\sum_{i=1}^{n} Там_i$ – стоимость таможенных расходов для приобретаемого i-го ресурса, рублей.

2. Затраты на пополнение ресурсов (y_{12}). При определении экономической составляющей данной дефиниции под данным видом затрат будем понимать совокупность по расходу вовлеченных в процесс всех видов ресурсов, необходимых для оформления и получения заказов. Они включают затраты при планировании, осуществлении и контроле закупки.

Значение затрат на пополнение ресурсов может быть определено по формуле

$$y_{12} = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{S_i}{Q_i} \cdot \frac{O_{op}}{N_Q} \right), \quad (2)$$

где S_i – объем потребности в определенном запасе, единиц; Q_i – количество приобретаемого i-го ресурса (размер заказа), единиц; A – затраты на выполнение одного заказа, руб.; O_{op} – совокупные годовые затраты на содержание отдела, выполняющего заказы на восполнение запасы, руб.; N_Q – число выданных за год заказов по всем позициям запаса. В данном случае затраты на выполнение одного заказа считаются исходя из того периода, для которого находятся логистические затраты.

3. Затраты на содержание ресурсов (y_{13}). При определении экономической составляющей данной дефиниции под данным видом затрат будем понимать совокупность по расходу вовлеченных в процесс всех видов ресурсов, необходимых для обеспечения сохранности и поддержания качества товарно-материальных ценностей, находящихся в запасе на определенной территории или на транспортном средстве.

При определении затрат на содержание ресурсов воспользуемся формулой, тогда рассматриваемые затраты можно описать как

$$y_{13} = \sum_{i=1}^{n} \left(\left(Z_s + \frac{Q_i}{2} \right) \cdot I \right), \quad (3)$$

где Z_s – размер страхового запаса единиц определенного вида ресурса, единиц; Q_i – размер заказа, единиц определенного вида ресурса; I – затраты на содержание единицы определенного вида запаса, рублей.

4. Затраты на иммобилизацию (y_{14}). Вид затрат, связанный с необходимостью иметь запасы на складе:

$$y_{14} = y_{11} \cdot \%_{\text{рент}}. \quad (4)$$

5. Затраты по поддержанию вложений в дебиторскую задолженность (y_{15}) (на иммобилизацию капитала):

$$y_{15} = \%_{\text{рент}} \cdot B_1 \cdot t / 365, \quad (5)$$

где $\%_{\text{рент}}$ – норма прибыли предприятия как показатель альтернативного вложения капитала, безразмерная; B_1 – стоимость реализованной продукции в кредит, руб./год; t – время оплаты реализованной продукции, дни.

6. Затраты для поддержания своей ликвидности (y_{16}). Предоставляя отсрочку оплаты покупателям, предприятие вынуждено нести затраты для поддержания своей ликвидности, брать кредит и платить по нему проценты:

$$y_{16} = B_1 \cdot \%_{Б} \cdot \left(t_{\text{произв}} + t - t_{\text{кр}} \right) / 365, \quad (6)$$

где y_{16} – затраты в виде процентов; $\%_{Б}$ – процентная ставка по кредиту в год, безразмерная; $t_{\text{произв}}$ – производственный цикл (включающий время транспортировки материальных ресурсов, время складирования, переработки в готовый продукт, дни; $t_{\text{кр}}$ – время оплаты счетов поставщиков материальных ресурсов, дни.

Аналитический вид зависимости сроков оплаты счетов дебиторов и кредиторов

целесообразно описать гиперболической зависимостью:

$$t_{\text{кр}} = A - \frac{B}{(t + C)}, \qquad (7)$$

где A – максимальный уровень $t_{\text{кр}}$; B и C – параметры зависимости, определяемые исходя из экономических соображений о форме кривой и на основании имеющихся эмпирических и экспериментальных данных о контрольных точках, через которые должна проходить кривая.

7. Затраты на риски неоплаты (y_{17}) являются следующим элементом затрат:

$$y_{17} = \%_{\text{н}} \cdot B_1 \cdot t / 365, \qquad (8)$$

где $\%_{\text{н}}$ – процент неоплаченной задолженности потребителями продукции.

8. Затраты на содержание службы взыскания задолженности (y_{18}). Являются в рассматриваемом контексте конечным элементом затрат и могут быть записаны следующим образом:

$$y_{18} = \text{ДЗ} \cdot \text{ЗП}_{\%} + \frac{\text{ЗП}_{\text{окл}}}{365} = \frac{B_1 \cdot t_{\text{зап}}}{365} \cdot \text{ЗП}_{\%} + \frac{\text{ЗП}_{\text{окл}}}{365}, \qquad (9)$$

где $\text{ЗП}_{\text{окл}}$ – окладная часть оплаты труда службы взыскания задолженности; $\text{ЗП}_{\%}$ – премиальная часть.

Итак, совокупные затраты представляют сумму всех видов обозначенных затрат:

$$y_1 = \sum_{i=1}^{n} (\text{Ц}_i \cdot Q_i + \text{Д}_i) + \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{S_i}{Q_i} \cdot \frac{O_{op}}{N_Q} \right) + \sum_{i=1}^{n} \left(\left(Z_s + \frac{Q_i}{2} \right) \cdot I \right) +$$
$$+ \sum_{i=1}^{n} (\text{Ц}_i \cdot Q_i + \text{Д}_i) \cdot \%_{\text{рент}} + \frac{\%_{\text{рент}} \cdot B_1 \cdot t}{365} + \qquad (10)$$
$$+ \frac{B_1 \cdot \%_{\text{Б}} \cdot \left(t_{\text{произв}} + t - t_{\text{кр}} \right)}{365} + \frac{\%_{\text{н}} \cdot B_1 \cdot t}{365} + \frac{B_1 \cdot t}{365} \cdot \text{ЗП}_{\%} + \frac{\text{ЗП}_{\text{окл}}}{365}.$$

Второй составляющей интегральных затрат являются потери.

Основоположник концепции экономичного производства, создатель производственной системы «TOYOTA», Таичи Оно выделял семь типов потерь в производственных системах: дефекты (в продукте); перепроизводство (производство продукции, для которой пока нет потребителя); запасы материалов, частей, оборудования, незавершенное производство, ожидающие предстоящую обработку или потребление; избыточная обработка; лишние движения; избыточные перемещения; ожидание завершения выполняемого оборудованием процесса. Позднее Дж. Вомак и Т. Джоунз включили в список восьмой тип потерь – чрезмерную сложность продукта или процесса.

С учетом времени оплаты как ключевой переменной в нашей модели потери производителя должны включать в себя дисконт при продаже долга клиента и скидки. Организационно-правовой формой продажи долга является факторинг. Он обслуживает поток готовой продукции и ее оплату; направлен на ускорение оборота оборотных средств с минимальными затратами, организуя поток-инъекцию в виде денежных средств в «узкое звено» кругооборота оборотных средств. Факторинг можно трактовать как операцию аутсорсинга: поставщик вправе либо самостоятельно (инсорсинг) взыскивать дебиторскую задолженность, либо продать (аутсорсинг) долг фактор-компании, неся при этом затраты в виде дисконта.

Таким образом состав сформированных затрат на реализацию продукции промышленного предприятия с отсрочкой оплаты объединяет два следующих элемента.

1). Потери в виде дисконта при продаже долга (y_{21}):

$$y_{21} = y_{211} + y_{212}. \qquad (11)$$

Потери от дисконта, обусловленного продажей долга:

$$y_{211} = \frac{B_1 \cdot t_{\text{инв}} \cdot \text{УС}}{365}, \qquad (12)$$

где УС – учетная ставка факторинговой компании; $t_{\text{инв}}$ – период инвестирования фактор-компанией средств в покупку долга, дни, причем

$$t_{\text{инв}} = t - a, \qquad (13)$$

где a – время принятия решения о продаже долга фактор-компании, дни.

Исходя из (20) получим

$$y_{211} = \frac{B_1 \cdot (t - a) \cdot \text{УС}}{365}. \qquad (14)$$

Потери, обусловленные формой расчета за готовую продукцию: если форма оплата – деньги – дисконта нет, если форма оплаты банковский вексель, тогда:

$$y_{212} = \frac{B_1 \cdot t_{\text{векселя}} \cdot \text{УС}}{365}, \qquad (15)$$

где $t_{\text{векселя}}$ – время обращения векселя в денежный эквивалент при неденежной форме оплаты товара – может быть больше, меньше или равен искомой величине t.

2. Потери предприятия от предоставленных скидок (y_{22}). В нашей модели экономическая целесообразность предоставления скидки S от цены продукции заключается в сокращении времени оплаты дебиторских счетов, при этом максимальный размер скидки $S_{\max}$ ограничен удельным весом затрат в рубле выручки.

Анализ статистических данных позволил предположить о наличии функции, описывающей зависимость величины скидок от времени оплаты готовой продукции:

$$s = \frac{(t-\omega)^{\varepsilon}}{\omega^{\varepsilon}} \cdot s_{\max}, \qquad (16)$$

где $s_{\max}$ – макс. размер скидки; ω, ε– параметры функции, отражающие конкурентную среду предприятия в процессе реализации продукции.

Потери от скидок можно описать:

$$y_{22} = B_1 \cdot \%_{\text{рент}} \cdot s, \qquad (17)$$

где y_{22} – потери от скидок, руб.; S – процент скидки, безразмерная величина.

Итак, совокупные потери представляют сумму всех видов обозначенных потерь:

$$y_{21} = \frac{B_1 \cdot t_{\text{инв}} \cdot \text{УС}}{365} + \frac{B_1 \cdot t_{\text{векселя}} \cdot \text{УС}}{365}; \qquad (18)$$

$$y_{22} = \frac{B_1 \cdot t_{\text{инв}} \cdot \text{УС}}{365} + \frac{B_1 \cdot t_{\text{векселя}} \cdot \text{УС}}{365} + B_1 \cdot \%_{\text{рент}} \cdot s. \qquad (19)$$

Таким образом, имеем следующую оптимизационную задачу: найти время оплаты реализованной готовой продукции, обеспечивающее оптимум целевой функции в стадии реализации:

$$y = \left[\begin{array}{l} \sum_{i=1}^{n} (\text{Ц}_i \cdot Q_i + \text{Д}_i) + \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{S_i}{Q_i} \cdot \frac{O_{op}}{N_Q} \right) + \sum_{i=1}^{n} \left(\left(Z_s + \frac{Q_i}{2} \right) \cdot I \right) + \\ + \sum_{i=1}^{n} (\text{Ц}_i \cdot Q_i + \text{Д}_i) \cdot \%_{\text{рент}} + \frac{\%_{\text{рент}} \cdot B_1 \cdot t}{365} + \\ + \frac{B_1 \cdot \%_{\text{Б}} \cdot \left(t_{\text{произв}} + t - t_{\text{кр}} \right)}{365} + \frac{\%_{\text{н}} \cdot B_1 \cdot t}{365} + \frac{B_1 t}{365} \cdot \text{ЗП}_{\%} + \\ + \frac{\text{ЗП}_{\text{окл}}}{365} + \frac{B_1 \cdot t_{\text{инв}} \cdot \text{УС}}{365} + \frac{B_1 \cdot t_{\text{векселя}} \cdot \text{УС}}{365} + B_1 \cdot \%_{\text{рент}} \cdot s \end{array} \right] \to \min_t \qquad (20)$$

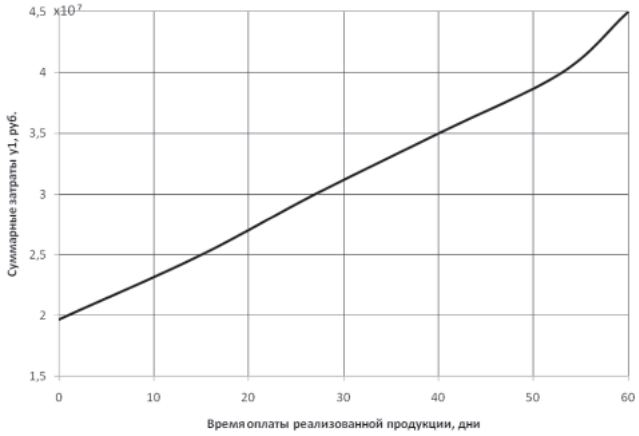


Рис. 1. Зависимость затрат y_1 предприятия от времени оплаты реализованной продукции t

Практическое решение моделирования потоковых процессов в нашей работе было реализовано в рамках набора подпрограмм на языке MatLAB, а значения параметров, принятых при экспериментальном моделировании реализации готовой продукции

с отсрочкой оплаты приведены условно. Результатом работы стало определение значений слагаемых и параметров при достижении оптимума. По результатам полученных данных была построена зависимость затрат y_1 предприятия от времени оплаты реализованной продукции t (рис. 1).

Также была определена зависимость потерь y_2 предприятия от времени оплаты реализованной продукции t (рис. 2).

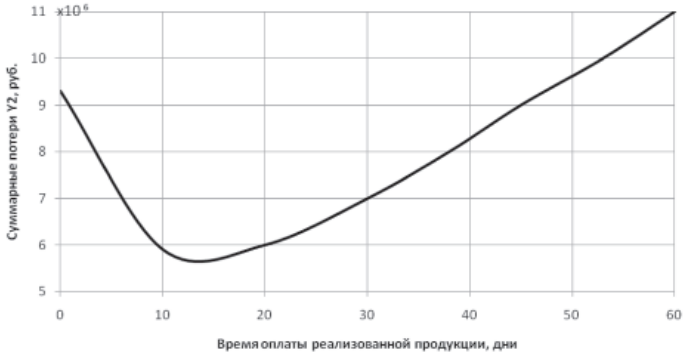


Рис. 2. Зависимость потерь y_2 предприятия от времени оплаты реализованной продукции t

В заданных параметрах был достигнут критерий оптимума (минимальное значение y совокупных затрат и потерь в системе) при значении времени оплаты реализованной продукции $t = 5$ дней он составил $y(t = 5) = 28{,}346 \cdot 10^6$ руб.

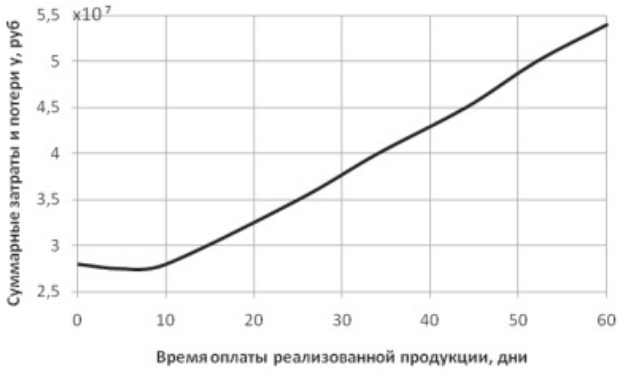


Рис. 3. Зависимость суммарных затрат и потерь y предприятия от времени оплаты реализованной продукции t

Графически зависимость суммарных затрат и потерь предприятия от времени оплаты реализованной продукции t представлена на рис. 3.

Наличие альтернатив варианта сбыта готовой продукции свидетельствует о наличии перспектив в продолжении проведенного исследования.

Список литературы

1. Бутрин А.Г., Вновь о финансовой логистике // Логистика». – 2008. – № 2. – С. 16.

2. Бутрин А.Г. Эффективное управление сбытом в цепи поставок промышленного предприятия / А.Г. Бутрин, В.И. Цаплин, Е.И. Рогожников // Экономический анализ. – 2010. – № 15(180). – С. 30–36.

3. Бутрин А.Г., Амерханова Ю.Г., Об оптимизации процесса снабжения крупного машиностроительного завода // Логистика». – 2009. – № 1. – С. 16.

4. Бутрин А.Г., Ковалев А.И., Полюнас Д.А. Финансовые потоки в цепи поставок промышленного предприятия // Финансы и кредит. – 2009. – № 45. – С. 22–28.

5. Бутрин А.Г., Цаплин В.И. Формирование эффективной цепи издержек промышленного предприятия // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2011. – № 28 (245). – С. 177–182.

References

1. Butrin A.G. Again about financial logistics // Logistics. 2008. no. 2 pp. 16.

2. Butrin A.G. Effective management of sale in a chain of deliveries of industrial enterprise / A.G. Butrin, V.I.Tsaplin, E.I.Rogozhnikov // Economic analysis. 2010. no. 15(180). pp. 30–36.

3. Butrin A.G. Amerkhanova Y.G. About optimization of process of supply of large engineering plant // Logistics. 2009. no. 1. pp. 16.

4. Butrin A.G. Kovalev A.I. Polyunas D.A. Financial streams in a chain of deliveries of industrial enterprise // Finance and credit. 2009. no. 45. pp. 22–28.

5. Butrin A.G. Tsaplin V. I. Formation of an effective chain of expenses of industrial enterprise // Messenger ЮУрГУ. Economy and Management series. 2011. no. 28 (245). pp. 177–182.

Рецензенты:

Баев И.А., д.э.н., декан факультета экономики и управления, ФГБОУ ВПО ЮУрГУ (НИУ), г. Челябинск;

Бутрин А.Г., д.э.н., профессор кафедры «Экономика и финансы» факультета экономики и управления, ФГБОУ ВПО ЮУрГУ (НИУ), г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 005.936(574.5)

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ОБЪЕКТИВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕРНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЫ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ

Шалбаева А.Р.

Университет «Мирас», Шымкент, e-mail: akmira777@mail.ru

В статье рассмотрены аспекты определения эффективности инновационной деятельности и формирования экономического механизма функционирования предприятий. Основу становления нового этапа развития экономики составляет коренное изменение технологического способа производства, подходов к использованию производственных факторов, характера взаимоотношений людей во время производства, их отношений к технике и природе. Магистральным путем этого явления выступает переход от ресурсоемких к ресурсосберегающим, наукоемким, высокоэффективным технологиям, глубокой структурной перестройке экономики. Для этапа развития рыночных отношений весьма характерен факт перемещения экономической доминанты в первую очередь на материальное производство, а затем последовательное развитие нематериальных сфер экономики. Создание и дальнейшее развитие национальной инновационной инфраструктуры является одной из приоритетных задач Республики Казахстан. В этой связи технопарки являются необходимым условием ускоренного внедрения НИОКР в реальный сектор экономики и развития инновационного предпринимательства в Казахстане. Развитие экономики страны, её диверсификация невозможны без тесного сотрудничества науки и бизнеса.

Ключевые слова: инновация, технологическое нововведение, технопарки

INNOVATION AND MODERNIZATION OF INNOVATION THE OBJECTIVE PREREQUISITES SECTORS OF THE ECONOMY

Shalbaeva A.R.

Miras University, Shymkent, e-mail: akmira777@mail.ru

The article deals with aspects of determining the effectiveness of innovation and economic mechanism of the formation of companies. The basis of the formation of a new stage of economic development is fundamental change in the technological mode of production, approaches to the use of production factors, the nature of human relations at the time of production, their relationship to technology and nature. Trunk by this phenomenon is the transition from resource to resource, knowledge-intensive, high-performance technology, a deep restructuring of the economy. For the stage of development of market relations is very characteristic of the dominant economic fact of movement is primarily on material production, and then gradual development of non-material sectors of the economy. Establishment and further development of the national innovation infrastructure is a priority for the Republic of Kazakhstan. In this regard, industrial parks are essential for accelerating the deployment of R & D in the real sector of economy and development of innovative entrepreneurship in Kazakhstan. The development of the country's economy, its diversification is impossible without close cooperation between science and business.

Keywords: innovation, technological innovation, technology parks

Основу становления нового этапа развития экономики составляет коренное изменение технологического способа производства, подходов к использованию производственных факторов, характера взаимоотношений людей во время производства, их отношений к технике и природе. Магистральным путем этого явления выступает переход от ресурсоемких к ресурсосберегающим, наукоемким, высокоэффективным технологиям, глубокой структурной перестройке экономики. Для этапа развития рыночных отношений весьма характерен факт перемещения экономической доминанты в первую очередь на материальное производство, а затем последовательное развитие нематериальных сфер экономики.

В экономически развитых странах 80–95% прироста валового внутреннего продукта (ВВП) обеспечивается за счет научно-технических достижений. Поэтому в этих государствах внедрение новых технологий стало ключевым фактором рыночной конкуренции, основным средством повышения эффективности производства и улучшения качества товаров и услуг.

Очевидно, что дальнейший рост экономики Казахстана также возможен именно за счет развития фундаментальных и прикладных исследований.

В условиях, когда конкурентоспособность страны на мировых рынках основывается все в меньшей степени на традиционных факторах и все в большей мере на тех видах деятельности, которые базируются на результатах научно-технического прогресса, для правительств стран становится обычной практикой не только поддержка фундаментальных исследований, но даже разработка инноваций в промышленности.

В целом требования к качественной экономической политики, ее научно-методологическому обоснованию резко возросли. Огромное значение приобретают нацеленность на эффективный результат, концентрация ресурсов на подлинно приоритетных отраслях и сферах, дающих несомненный и быстрый результат, существенно укрепляющих устойчивость национальной валюты.

Недостаточная разработанность некоторых аспектов определения эффективности

инновационной деятельности и формирования экономического механизма функционирования предприятий металлургии, деятельность которых базируется на инновационных разработках, дает возможность провести углубленные исследования и определить научно-практическую ценность проблемы.

Все большая часть промышленных инвестиций направляется на разработку инноваций, даже если они являются инвестициями «сохранения уровня» (финансируемыми в принципе за счет амортизационных отчислений). Кроме того, хотя это понятие все еще употребляется в основном в области технологии производства, оно все более распространяется на организационные методы и методы, связанные с использованием различных элементов, которые содействуют функционированию предприятия.

Согласно Шумпетеру, инновация представляет собой главный источник прибыли: «Прибыль, по существу, является результатом выполнения новых комбинаций». Не изменяющийся экономический мир, где предприниматель не получает прибыли и не терпит убытков, а его доход эквивалентен заработной плате директора, Шумпетер фактически противопоставляет развивающемуся, благодаря инновациям, экономическому миру, динамика которого является генератором прибыли: «Без развития нет прибыли; без прибыли нет развития». Прибыль, следовательно, возникает из инновации; и она, в свою очередь, побуждает предпринимателя вводить все новые и новые инновации и дает ему для этого необходимые средства. Наконец, следует отметить, что инновация и прибыль могут способствовать созданию ведущих предприятий и монополий, которые в свою очередь являются генераторами «монопольных прибылей».

Роль инноваций в современной экономике исключительно возросла, так как она тесно связана с повышением производительности предприятий, и в рыночной экономике она представляет собой все более доминирующее орудие конкуренции (снижение себестоимости и цен благодаря инновациям, наряду с этим создание и обеспечение новых потребностей, более динамичный имидж товара и предприятия, открытие внешних рынков и т.д.).

Конкретно сущность и этапы этой функции представлены на рис. 1.

Рис. 1. Этапы НИОКР в области технологии (составлено автором)

На каждом из этапов происходит последовательная трансформация объекта, его переход из одного состояния в другое. Причем результаты предыдущего этапа становятся исходным состоянием для последующих преобразований. Процесс этот непрерывный и взаимосвязанный. Технологическое нововведение, постоянно меняя свою форму и содержание, сохраняет следующие важные качества: оно является новым практическим средством, удовлетворяющим какие-либо потребности общества.

Естественно, часто происходит перемена мест этих различных этапов. Например, какой-либо элемент, который создан в результате базового исследования и не может быть эффективно использован в его нынешнем виде на уровне технического исследования, переносится в первую стадию, где осуществляется «направленное исследование»; подобным же образом, какой-либо «прототип» может быть переведен в стадию технического исследования для доработки его спецификаций и т.д.

Инновационная деятельность основана на управлении введения новшеств в операционные системы при установлении нового порядка, нового обычая, изобретения, нового явления, новых технологий. Процесс перевода новшества (новаций) в нововведения (инновации) требует затрат различных ресурсов, включая капитал (инвестиции), энергию и время.

Жизненный цикл инновации рассматривают как инновационный процесс, который состоит из нескольких этапов (рис. 2).

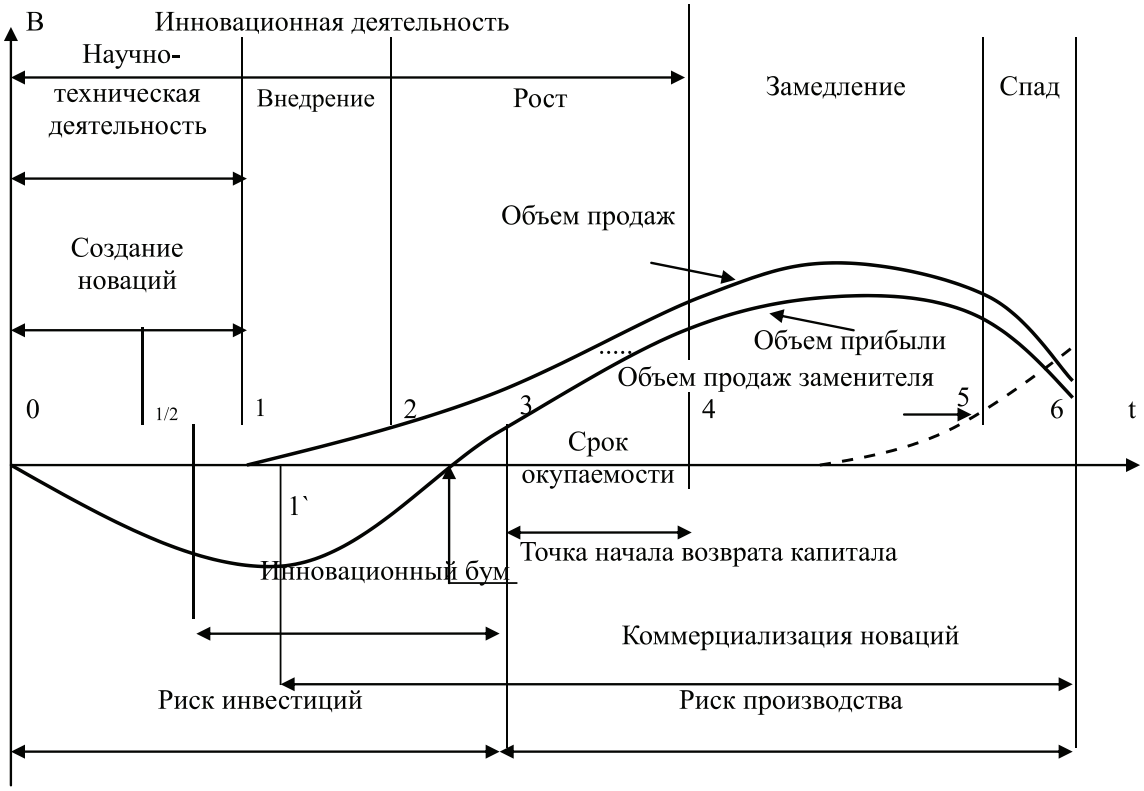


Рис. 2. Жизненный цикл инноваций (составлено автором на основе следующих источников [1, 2])

С момента возникновения идеи новации (точка 0) и технико-экономического обоснования возможности и рациональности ее создания прогнозируют эффективность и пути снижения риска. Научные и научно-технические разработки после обоснования идеи длятся определенное время (01), продолжительность которого зависит от наличия капитала и возможности изыскательных работ. Именно с этого момента начинается инвестиционный бум, требующий вложения значительных инвестиций. С начала внедрения новаций (точка 1) возрастает объем продаж, возникает прибыль, вследствие этого происходит возврат вложенного капитала по кривой ОГЗ. Точка 3 соответствует времени окупаемости инноваций. Под влиянием морального и физического старения новаций (продукции и технологических систем) объем прибыли и продаж вначале замедляется, а затем наступает спад. Это приводит к ликвидации системы (точка 6).

По Прыкину Б.В. [1], инновационная деятельность начинается с точки ½ до 5 пункта времени (t). По нашему мнению, теоретически она должна начинаться с пункта 0 до пункта 4 времени (*t*), когда риск инвестиций полностью ликвидирован, а срок окупаемости завершен. В промежутке «замедление» инновационная деятельность, как правило, не проводится [2].

Объективно существующий недостаток практического опыта, а также боязнь риска и возможных последствий принятия нестандартных решений тогда, когда многие товаропроизводители балансируют на грани выживания, не могут не вести к тому, что большинство высших руководителей крупных предприятий не решаются на активную инновационную стратегию развития. Многие хозяйствующие субъекты, в их числе и те, что занимают лидирующее положение в своей отрасли хозяйства, отдают предпочтение адаптационному типу стратегии.

Сегодня важно, чтобы решения о проведении тех или иных научных исследований и разработок принимались на основе потребностей рынка и служили основой для создания динамичных отраслей и производств. Усилия и деятельность Фонда науки будут направлены на привлечение ресурсов частного сектора в науку, которые смогут помочь нашим ученым активнее заниматься разработкой новых технологий, востребованных реальным сектором экономики [3].

В целом институты развития должны сформировать единую систему, устойчивое функционирование которой будет основано на принципах децентрализации, специализации, конкуренции. Их деятельность будет основываться на политике инвестирования в создание новых и развитие действующих производств с высокой добавленной стоимостью и поддержки научных и научно-технических исследований и разработок на основе комплексного анализа перспективных отраслей, выявления наиболее важных их элементов.

Мировой опыт управления нововведениями свидетельствует о необходимости отслеживания нововведения еще на стадии синтеза инновационных идей.

Непрерывный инновационный процесс состоит в целенаправленном поиске возможных изменений и в систематическом анализе потенциала этих изменений как источника социальных и экономических нововведений. П. Друкер выделяет семь областей анализа, т. е. семь источников инновационных идей [4].

Первые четыре источника можно отнести к внутренним, они находятся в рамках предприятия, в пределах отрасли промышленности или сферы услуг. Такие источники зримы для людей, работающих на данном предприятии или в данной отрасли. К этим источникам относятся:

1) неожиданное событие (для предприятия или отрасли) – неожиданный успех, неожиданная неудача, неожиданное внешнее событие;

2) неконгруэнтность – несоответствие между реальностью, какой она есть на самом деле, и нашими представлениями о ней («такой, какой она должна быть»);

3) нововведения, основанные на потребности процесса (т.е. на анализе недостатков и слабых мест, которые могут и должны быть устранены);

4) внезапные изменения в структуре отрасли или рынка.

Следующие три источника нововведений являются внешними, так как они имеют свое происхождение вне данного предприятия или данной отрасли:

5) демографические изменения;

6) изменения в восприятиях, настроениях и ценностных установках;

7) новые знания (как научные, так и ненаучные).

Границы между этими семью источниками инновационных идей размыты, часто эти источники накладываются друг на друга. П. Друкер сравнивает их с семью окнами, каждое из которых расположено на разных сторонах одного и того же здания. Какие-то детали пейзажа просматриваются одинаково из всех окон, но вид, открывающийся по центру каждого из них, специфичен и индивидуален.

Однако наличия внутренних и внешних источников недостаточно для синтеза оригинальной и технически осуществимой идеи. Нужны еще и предпосылки для этого, то есть необходимо разглядеть нововведение. Таковыми предпосылками являются индивидуальные качества исследователя, которые по назначению можно разделить на идееобразующие качества – это предрасположенность к зарождению в процессе мысленного эксперимента идей, отличающихся новизной, оригинальностью и уникальностью. К ним относятся кругозор, воображение, научно-технические способности, имеющие такую универсальность, которая позволит взглянуть на исследуемую проблему с учетом широкого спектра знаний в сферах науки, производства, потребления, т.е. как бы «с высоты птичьего полета» [5].

Что касается кругозора и воображения, то эти качества могут быть развиты благодаря воспитанию, образованию, жизненному и профессиональному опыту. К тому же, существуют и различные эвристические

методы выработки новых подходов и ассоциаций. Что же касается таланта, в настоящее время отсутствуют научные методы его искусственного формирования; наличие таланта у человека обусловлено генетически.

Творческий поиск можно представить в виде ряда последовательных этапов:

– синтез или заимствование идеи;

– техническая переработка идей;

– оценка технической, экономической эффективности идеи;

– потребительская апробация и оценка.

По различным оценкам, от 7 до 60 оригинальных и технически осуществимых идей после концептуальной проработки, технического и рабочего проектирования, потребительской апробации смогут дать только одно техническое решение, которое будет доведено до коммерческой реализации. Отсюда следует, что необходимо заимствовать или синтезировать некую критическую массу оригинальных и технически осуществимых идей.

При всем многообразии форм и методов мотивации инновационной деятельности представляется возможным выделить ряд общих черт:

– безоговорочная поддержка и одобрение инновационных идей со стороны руководства, что особенно актуально для казахстанских предприятий в силу их вертикальной организационной структурированности. Поддержка руководства способствует во многом созданию в организации инновационного климата, особой творческой атмосферы. Идеальной является ситуация, когда руководитель предприятия является сам генератором идей;

– использование комплексных мотивационных систем, включая различные формы и методы материального поощрения творческой и инновационной деятельности и широкий набор мер социально-психологического воздействия на работников. В работнике необходимо поддерживать чувство социальной значимости и защищенности, ответственности и возможности профессионального роста. Все это находит свое выражение и в изменении системы оплаты труда. В последние годы возникла тенденция к индивидуализации заработной платы, которая выражается в установлении соответствующих надбавок, бонусов за решение определенных вопросов. Все шире применяются в современных условиях формы оплаты, увязанные не с текущей выработкой, а с общей компетенцией работника, его потенциальными возможностями. Повышается роль разовых выплат, большей частью связанных с результатами деятельности предприятия. Более подробно о современных системах и формах оплаты труда речь пойдет в соответствующем разделе исследования;

– всемерное содействие экспериментаторству и рационализации на всех уровнях и во всех подразделениях организации. В этом заключается основное средство борьбы с косностью мышления и бюрократизмом;

– нацеленность всей инновационной деятельности на нужды потребителей.

Создание условий для инновационного развития должно сопровождаться и оптимизацией использования основных инвестиционных ресурсов (интеллектуальных, материально-технических, информационных, финансовых).

Интеллектуальные ресурсы инновационной деятельности это, прежде всего, знания, опыт, кругозор работников. Инновационный процесс требует инициативного, высококвалифицированного работника, вовлеченного в процесс принятия решений. Это достигается качественным изменением подготовки и переподготовки кадров, изменением организации труда, применением стиля, называемого участием в управлении.

В основе новой концепции подготовки кадров лежит становление и развитие творческой личности. Расходы на подготовку кадров рассматриваются не как издержки на рабочую силу, а как долгосрочные инвестиции, необходимые для процветания предприятия. Учебный процесс не ограничивается передачей обучающимся необходимой суммы знаний и навыков по определенной профессии, а направлен на развитие у них способности и желания осваивать новые области знаний, овладевать новыми специальностями. В процессе обучения усиливается творческий элемент.

Важной составляющей новой концепции является задача самореализации личности. Так, в японской системе персонального менеджмента выделяются три основных аспекта подготовки кадров:

– управленческий;

– личностный;

– социальный.

Такое обучение повышает гибкость сотрудников, обеспечивает их адаптацию к меняющимся условиям, восприимчивость к овладению новыми технологиями и формами работы.

В процессе управления внутрифирменным инновационным климатом особое внимание необходимо уделить и разработке стратегической программы инновационного управления, которая должна состоять в реализации следующих направлений:

– товарной инновационной стратегии;

– рыночной инновационной стратегии;
– ресурсной инновационной стратегии;
– технологической инновационной стратегии;
– интеграционной инновационной стратегии;
– инвестиционно-финансовой инновационной стратегии.

Кроме того, особой функцией активизации внутрифирменных инновационных процессов выступает развитие инновационной культуры с целью ориентации субъектов инновационных отношений на долговременные цели, где определяющим в этом вопросе должна, по мнению автора, стать позиция государства в гарантиях норм взаимодействий на всех уровнях.

Государство призвано не только привести в действие сильные стимулы для инновационной деятельности предприятий всех форм собственности, но и взять на себя наиболее затратную в организационном и финансовом отношении часть инновационного процесса. И это справедливо, так как компания-инноватор обращает в свою пользу всего лишь 30% общего дохода от внедрения новой технологии, остальной эффект имеет экстернальный характер.

Следует по-новому подойти к формированию структуры исследований и разработок в промышленности. Значительная часть исследований в Казахстане осуществляется применительно к отдельным отраслям, тогда как в развитых странах идет переориентация на создание новых наукоемких продуктов на стыке различных областей знаний.

Не менее важно создать запас новых научных и технологических идей, которые, будучи невостребованными национальными компаниями сегодня, могут стать крайне необходимыми завтра по причине резкого изменения внутренней или внешней рыночной конъюнктуры.

В инновационно-ориентированной промышленной политике решающую роль играет интеллектуальный человеческий капитал. Это требует усиления поддержки со стороны государства системы образования и подготовки специалистов. Чем более высоко диверсифицирована система образования, тем большими возможностями располагают национальные компании в сфере реализации новых направлений своей производственной деятельности.

Основными предпосылками активной инвестиционной и инновационной деятельности являются более глобальные факторы.

Во-первых, нарастающая интернационализация, глобализация рынков. Деятельность некоторых фирм принимает мировые масштабы. Они не только осваивают новые рынки, но и изменяют свою структуру применительно к потребностям этих рынков.

Во-вторых, новый уровень технологической конкуренции, в которую предприятия оказались вовлеченными. Замена старой техники и технологии на новые происходит все быстрее и быстрее.

В-третьих, смена ценностных установок потребителей. Спрос ориентирован на новые товары – безопасные для окружающей среды и здоровья, удовлетворяющие индивидуальные потребности. Быстро изменяя предложение, предприятия пытаются опередить конкурентов. Сокращается жизненный цикл товаров.

Таким образом, главной особенностью современного мирового производства становится выпуск «мирового» продукта, т.е. рассчитанного на «мирового» потребителя, вне странового, национального, либо какого-то другого контекста. Основными характеристиками «мирового» продукта являются: всеобщая потребность в нем независимо от региона мира либо страны; единые стандарты качества независимо от страны изготовителя (японский телевизор любой марки, изготовленный в какой-либо третьей стране, не должен отличаться по качеству и потребительским свойствам от произведенного в самой Японии); единые стандарты потребления; адаптация к особенностям (национальным, культурным, природно-климатическим и т.п.) страны потребителя; высокие требования к экологичности продукта; соответствие мировым культурным ценностям и т.п.

Необходимость модернизации инновационной сферы РК диктуется теми изменениями, которые произошли на рубеже XX–XXI столетий на мегаэкономических, макроэкономических и микроэкономических уровнях развития человеческой цивилизации.

Вступление Казахстана в ВТО также является важным фактором, требующим разработки новых подходов к организации инновационной деятельности. Существуют сторонники и противники вступления Казахстана в ВТО. Сторонники присоединения настаивают на ускорении процесса, а противники заявляют, что «наше членство в ВТО нанесет огромный ущерб казахстанской экономике, чуть ли не уничтожит отечественную промышленность из-за наплыва дешевых импортных товаров». Многие соглашения, подписанные в рамках ВТО, действительно могут негативно сказаться на развитии ряда казахстанских отраслей. Более того, часть невыгодных для РК соглашений может быть использованы в современных условиях вопреки ее

экономическим интересам (например, привести к засилью импортных товаров внутри страны и «выдавливанию» казахстанского экспорта с мировых рынков). С другой стороны, часть соглашений по ВТО может быть очень выгодна Казахстану. Для того чтобы этим преимуществом воспользоваться в интересах страны, нужен крепкий фундамент – высокий уровень развития национальной экономики, и, прежде всего, потенциала инновационной сферы РК.

Таким образом, при суммировании приведенных выше ключевых посылок создания национальной концепции модернизации инновационной сферы выражается ее суть: в широком смысле слова – это процесс формирования эффективного механизма, взаимодействия инновационной сферы, национальной экономики с мировой хозяйственной системой (мировыми рынками); в узком смысле слова – это процесс формирования внутреннего механизма эффективного функционирования инновационной сферы национальной экономики, способного сформировать национальные товарные рынки, быстро адаптирующиеся к изменяющимся условиям как внутри страны, так и за ее пределами.

К основным задачам модернизации инновационной сферы Казахстана следует отнести:

на макроэкономическом уровне:

– усиление инновационной деятельности как важного фактора экономического развития страны, повышения занятости и благосостояния населения;

– преодоление кризиса производства, структурная перестройка промышленности и насыщение рынка конкурентоспособной продукцией;

– переориентация функций с простого удовлетворения спроса на развитие потребителя через потребление инновационной продукции.

на микроэкономическом уровне:

– производство и реализация конкурентоспособной продукции;

– изменение принципов инновационной деятельности;

– наращивание финансово-экономического потенциала за счет роста инновационного потенциала;

– повышение инвестиционной привлекательности, делового имиджа и репутации.

В логике формирования и реализации инновационного потенциала промышленности современного Казахстана важное значение имеет выбор способов распространения отдельных производственных нововведений и целых групп таких нововведений. Особенно эта проблема актуализируется в условиях формирования механизмов модернизации инновационной сферы на основе воздействий, координирующих инновационные процессы в отдельных отраслях и регионах. Характеристики современного цикла развития инновационных процессов, констатация тенденций формирования постиндустриального развития, изменение экономических функций и структуры социоприродохозяйственных комплексов, реурбанизация крупных местных образований свидетельствуют о необходимости обеспечивать координируемость инновационной активности в этих системах. Регионализация управленческих воздействий на эти процессы с необходимостью предполагает выбор приоритетных инновационных направлений развития экономики, выражающихся в отдельных технологических кластерах. В определенных социально-экономических условиях отдельные кластеры приобретают первостепенную роль и лидируют по показателям экономического и технологического развития. В работе Я.С. Матковской они обозначаются как приоритетные технологические кластеры. Исторически приоритетные технологические кластеры реализуют себя как ядро технологических укладов.

Исследование возможностей модернизации инновационной сферы отечественной экономики, способов эффективного включения в этот процесс максимального числа хозяйствующих субъектов, согласование экономических интересов этих субъектов и региональных, хозяйственных комплексов (а, в конечном счете, и национальной экономики) должно включать в себя изучение инновационных процессов в аспекте их рутинизации.

В рамках вышеобозначенных предпосылок создания новой трансформированной инновационной сферы Казахстана в границах Стратегии индустриально-инновационного развития страны меняются и ключевые принципы, на которых должна строиться концепция ее модернизации. К ним следует отнести наиболее важные.

Принцип приоритетности. Одним из условий успешного инновационного развития является создание необходимой инфраструктуры, позволяющей сформировать потребности в нововведении и обеспечивающей формирование соответствующего ранга предложений. Объективно рынок инновационных предложений всегда более насыщен, чем рынок спроса. Известно, что совсем малое число идей успешно реализуется через инновации. Исследования инновационных процессов свидетельствуют о том, что в лучшем случае только одна идея из сорока приводит к коммерческому

успеху, но именно эти воплощенные идеи оказываются двигателями прогресса [7].

Таким образом, инновация должна решать или способствовать решению приоритетных проблем, вытекающих из долгосрочной программы социально-экономического развития страты и региона базирования предприятия.

Принцип комплексности подхода к инновационному процессу. Если инновационный процесс рассматривать как модель функционирования целостной системы, то предметом исследования становятся два его взаимосвязанных аспекта: технологический процесс создания инновационного продукта и налаживания его производства, а также социально-экономические факторы, которые обеспечивают возможность и характер его протекания в конкретных условиях определенного общества [8].

Это означает, что для создания производства и распространения инноваций, нужны не только развитые образование, наука и производство, способное воспринимать ее достижения, но и стимулы, побуждающие людей создавать и вводить инновации в действие финансовые средства, благоприятные социальные условия и ориентации на научно-технический прогресс. Если эта ориентация положительная, то общество сформирует инновационную систему. Последняя объединяет образование, науку и производство и включает в себя все компоненты структуры инновационного процесса, как научно-технологические, так и социально-экономические. В связи с этим возникла необходимость создания единой информационной сети, обеспечивающая функционирование структур инновационной направленности (рис. 3).

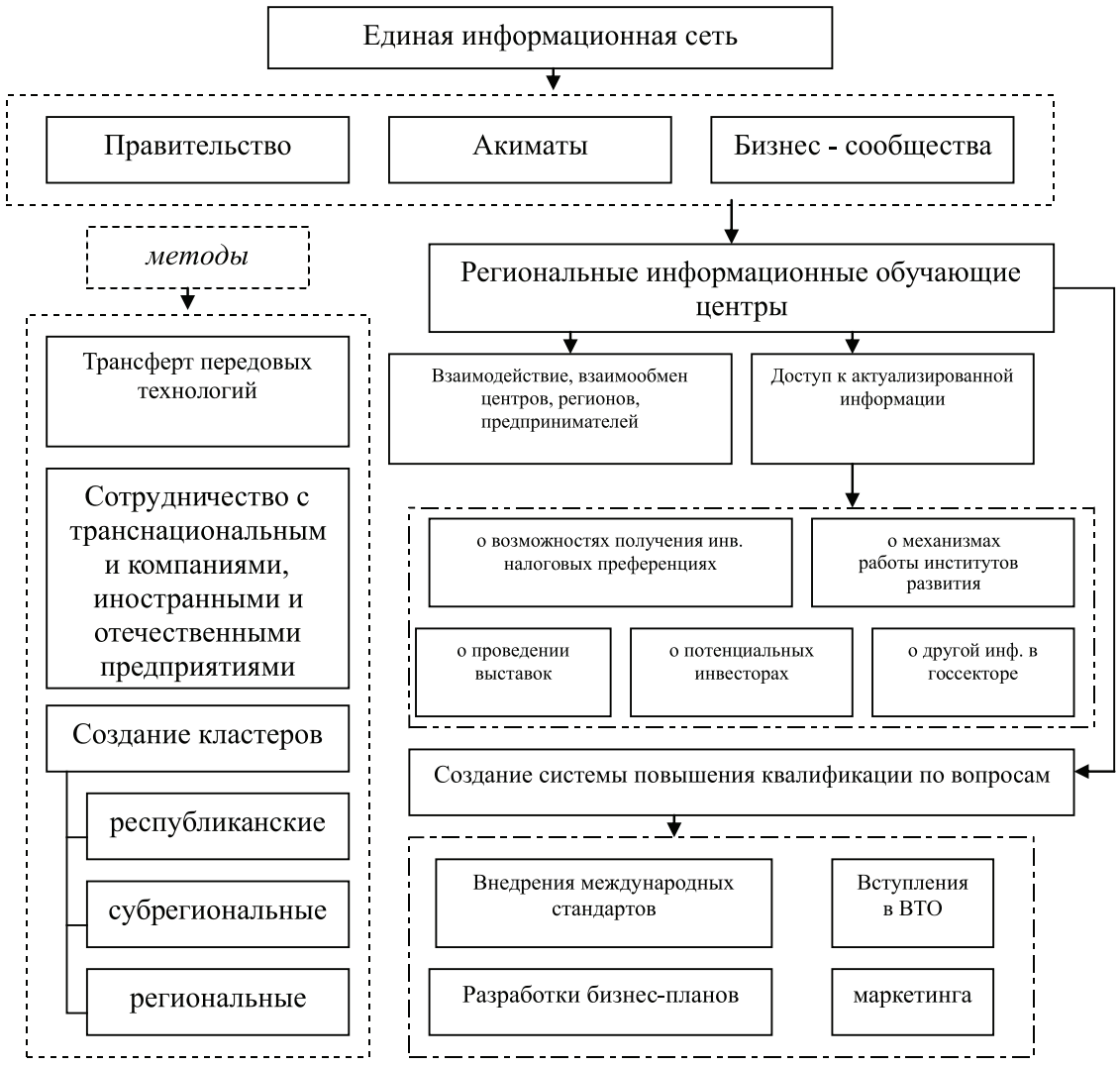


Рис. 3. Организационно-экономический механизм создания единой информационной сети (составлено автором)

Таким образом, в концепции модернизации инновационной сферы в рамках Стратегии индустриально-иновационного развития заинтересованы субъекты всех уровней хозяйствования: начиная от органов государственной власти и заканчивая рядовым потребителем. Сломить эти барьеры возможно только в случае совместного желания и совместных усилий, направленных на достижение новой ступени развития экономической цивилизации с целью повышения конкурентоспособности казахстанской продукции, как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Решение существующей на сегодня в Казахстане проблемы, такой как увеличение объемов отечественного производства, можно обусловить двумя факторами: увеличением покупательной способности предприятий и населения и возрастанием конкурентоспособности товаров отечественного производителя на внутреннем и внешнем рынках.

Инновационный путь развития экономики обеспечивает эту конкурентоспособность путем постоянного обновления технологии, товаров и услуг разнообразного назначения, стабилизацией и расширением рынков сбыта, эффективным использованием научно-технического потенциала и стимулированием его роста.

Разработка и продуцирование новшеств рискованна. При этом, как правило, необходимо внедрение новых технологий, нового оборудования, часто иностранного производства, а это – значительные капиталовложения. И если это делать на тех же условиях, за которыми работают все другие субъекты хозяйствования вне границ инновационной деятельности, то не только получение прибыли, но и простое возвращение вложенных в инновации денег становится проблематичным. А потому государство должно взять на себя организационную, финансовую и правовую поддержку инновационной деятельности. Именно оно должно заботиться о создании условий для существования и постоянного расширения инновационной деятельности путем уменьшения ставок налогообложение инновационной продукции, прямой финансовой поддержки инновационной деятельности и другими путями.

Список литературы

1. Аньшин В.М. Менеджмент инвестиций и инноваций в малом и венчурном бизнесе: учебное пособие / В.М. Аньшин, С.А. Филин. – М.: Анкил, 2003. – 360 с.

2. Экономика предприятий / В.Я. Горфинкель и др. – М., 1998. – С. 274.

3. Друкер П. Рынок: как выйти в лидеры. Практика и принципы. – М., 1992. – С. 48–188, С. 48–188 Научная структура инвестиций», Казахстанская правда от 23.01.2009 г.

4. Крылов А., Зуенкова О. Брэнд и общество – разделение ценностей, (http://www. sherif.ru).

5. Общий курс менеджмента в таблицах и графиках / Б.В. Прыкин и др. – М., 1998. – С. 250.

6. Спицын А. Инновационные приоритеты развития // Экономист. – 2004. – № 5. – С. 31–35.

7. Шеко П. Управление созданием жизнеспособных нововведений // Проблемы теории и практики правления. – 1996. – № 1. – С. 105.

References

1. Anshin V.M. Management of investment and innovation in the venture capital and small business: Textbook / V.M. Anyshin, S.A. Eagle Owl. Moscow: Ankil, 2003. 360 p.

2. Gorfinkel V.Ya. and others Business Economics. M, 1998, 274 p.

3. Drucker P. Market: How to become a leader. Practices and principles. Moscow, 1992. 48–188 p.

4. Krylov, Zuenkova O. Brand and society – the separation of values, (http://www. Sherif.ru).

5. Prykin B.V.and others. The general management course in tables and graphs, M, 1998, 250 p.

6. Spitsin A. Innovative priorities of development / Spitsyn // Economist. 2004. № 5. 31–35 p.

7. Sheko P. Management of creation of viable innovations // Problems of the theory and practice of government. 1996. no. 1. 105 p.

Рецензенты:

Ниязбекова Р.К., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Экономика» Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, г. Шымкент;

Бейсенова М.У., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Маркетинг» Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, г. Шымкент.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 318

ПРОФИЛАКТИКА КИБЕРЭКСТРЕМИЗМА В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ: БАЗОВЫЕ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Овчинникова И.Г., Курзаева Л.В., Чусавитина Г.Н.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет», Магнитогорск, e-mail: lkurzaeva@mail.ru

В статье рассматривается проблема формирования компетенций, связанных с готовностью к проведению профилактики киберэкстремизма у будущих учителей. Рассматривается роль системы образования в профилактике социально-опасных явлений, таких как экстремизм и киберэкстремизм. Приводится анализ федеральных образовательных стандартов в части формулирования требований к содержанию компетенций в области профилактики киберэкстремизма. Установлено, что необходимые для проведения превентивных мер по борьбе с киберэкстремизмом компетенции соотносятся с двумя дескрипторами: мотивационно-ценностные ориентации и культурологические качества. Приведено уровневое описания результатов обучения по обозначенным дескрипторам в соответствии с рамкой квалификаций, разработанной в ходе реализации проекта «Темпус», которые выступают в роли требований к содержанию и формированию компетенций в области профилактики киберэкстремизма и могут служить базой для разработки результатов обучения личности в системе профессионального образования.

Ключевые слова: компетентностный подход, информационное общество, кибеэкстремизм, образовательные стандарты, рамка квалификаций

PREVENTION OF CYBER EXTREMISM IN EDUCATION: DECISIONS BASED ON COMPETENCE APPROACH

Ovchinnikova I.G., Kurzaeva L.V., Chusavitina G.N.

FGBOU VPO «Magnitogorsk State University», Magnitogorsk, e-mail: lkurzaeva@mail.ru

The problem of the formation of competencies related to the willingness to conduct cyber extremism prevention of future teachers. Examines the role of education in the prevention of socially dangerous phenomena such as extremism and cyber extremism. The analysis of federal education standards in the formulation of the requirements for the content of competence in the field of prevention cyber extremism. Found that the need to take preventative measures against cyber extremism competencies correspond to the two descriptors: motivational-value orientation and cultural qualities. Powered tier descriptions of learning outcomes descriptors marked in accordance with the framework of qualifications developed during the implementation of the Tempus project, which act as requirements for the content and form of competence in the field of prevention cyber extremism and can serve as a basis for the development of individual learning outcomes in vocational education.

Keywords: competence-based approach, the information society, cyber extremism, educational standards and qualifications framework

Экстремизм является одной из наиболее сложных социально-политических проблем современного российского общества, что связано с многообразием экстремистских проявлений, высоким уровнем киберэкстремизма, которые оказывают дестабилизирующее влияние на социально-политическую обстановку в стране [2].

Наиболее подверженной деструктивному влиянию является молодежная среда. Именно молодежная среда в силу своих социальных характеристик и остроты восприятия окружающей обстановки является той частью общества, в которой наиболее быстро происходит накопление и реализация негативного протестного потенциала.

В последние годы отмечается активизация ряда экстремистских движений, которые вовлекают в свою деятельность молодых людей. Среди множества факторов, влияющих на активизацию экстремистских проявлений в молодежной среде, наиболее важным является использование сети интернет в противоправных целях. Использование интернета обеспечивает радикальным общественным организациям доступ к широкой аудитории и пропаганде своей деятельности, возможность размещения подробной информации о своих целях и задачах, времени и месте встреч, планируемых акциях.

В этих условиях возникает необходимость расширения охвата фронтом борьбы с опасными социальными явлениями в киберпространстве. Усиление государством конкретных и действенных мер, направленных на предотвращение киберэкстремизма может быть воспринято обществом как признак нарастания угрозы.

В такой ситуации система образования способна внести реальный вклад в стабилизацию психологического состояния общества. Образовательные учреждения обладают существенным пропагандистским потенциалом, распространяющимся не только на миллионы учащихся, но и на массы родителей, ближайших родственников учащихся и студентов.

Основным преимуществом организации антитеррористической пропагандистской работы государства через сферу образования

является возможность избежать «лобового» воздействия на сознание граждан, которое может сопровождаться обратным результатом, что нередко и происходит на практике.

Представляется совершенно очевидной задача создания специфического «антиэкстремистского сегмента» в содержании работы образовательных учреждений всех уровней образования, включающего в себя превентивные мероприятия по борьбе с киберэкстремизмом. Это направление деятельности образовательных учреждений должно коренным образом и принципиально отличаться от традиционных целей, содержания и форм передачи прагматичных знаний о безопасности. Оно должно основываться не только на передаче знаний или формировании навыков, но и на развитии отношений к явлениям, относящимся к сфере экстремизма в целом и киберэкстремизма в частности. Все это определяет комплекс общих и специфических целей и задач. Особая роль в профилактике киберэкстремизма отводится школе, поскольку данный феномен характерен для общностей не столько с так называемым «низким уровнем культуры», сколько с культурой разорванной, деформированной, не являющей собой целостности. Основы же любой культуры закладываются именно в школьном возрасте.

В связи с этим целью профилактики киберэкстремизма в образовательных учреждениях является: развитие активного неприятия экстремизма во всех его проявлениях учащимися школ и других учебных заведений Российской Федерации, их родителями и учителями, помощь в ослаблении психологических предпосылок возникновения этих антисоциальных явлений в регионе.

Основными задачами являются:

1. Формирование у школьников, их родителей и учителей представления:

– о порочности экстремизма во всех его проявлениях как способа решения отдельных противоречий в сферах межнациональных и межконфессиональных отношений между людьми;

– о несостоятельности терроризма как основного средства достижения целей политическими экстремистами.

2. Содействие выработке у школьников, их родителей и учителей:

– иммунитета к попыткам экстремистских кругов влиять на сознание граждан России;

– психологической устойчивости перед проявлениями экстремизма и киберэкстремизма.

3. Оказание влияния на предупреждение появления среди школьников, их родителей и учителей:

– немотивированных опасений и слухов о необоснованном ограничении прав граждан;

– элементов экстремистских воззрений.

Обозначенная цель и задачи профилактики экстремизма и киберэкстремизма соотносятся с общей целью и задачами гражданского воспитания и образования школьников, среди которых ключевыми являются:

Общая цель: развитие гражданственности, чувства ответственности за себя и свое будущее, свою семью и близких, будущее России.

Общие задачи:

1. Воспитание патриотизма и чувства долга перед Родиной.

2. Формирование политической, нравственной и правовой культуры личности.

3. Воспитание в духе мира, уважения прав и свобод человека и гражданина.

4. Развитие толерантности.

Однако следует признать, что вся работа по гражданскому образованию и воспитанию в регионах, как и в Российской Федерации, в целом, длительное время велась без необходимого внимания государства, носила стихийный характер и в определенной мере воспроизводила не всегда самые лучшие зарубежные образцы и технологии.

Практика показывает бесперспективность попыток внедрения в работу массовой школы каких-либо инноваций, если они проводятся без специальной дополнительной подготовки или переподготовки педагога, выходящей за пределы его основной профессиональной компетенции.

В связи с этим очень важным моментом является формирование компетенций, связанных с готовностью к проведению профилактики киберэкстремизма у будущих учителей в рамках направления подготовки бакалавров «Педагогическое образование».

Подготовка бакалавров осуществляется в соответствии с требованиями стандарта ФГОС ВПО, реализующего компетентностный подход. Компетенция рассматривается в ФГОС ВПО как способность применять знания, умения, личностные качества и практический опыт для успешной деятельности в определённой области. Существуют различные классификации компетенций. Одной из таких классификаций, отражающей существо проблемы, является деление их на профессиональные и надпрофессиональные компетенции [3]. Компетенции, связанные с готовностью к проведению профилактики киберэкстремизма, охватывают обе группы компетенций.

Успешность реализации компетентностного подхода напрямую зависит от того, насколько точно определены и описаны требования к результатам обучения и их развитие от уровня к уровню в новых образовательных программах. Кроме того, очень важно, чтобы эти требования

полностью соответствовали как требованиям рынка труда, так и требованиям социума. Основой для гармонизации всех обозначенных требований является рамка квалификаций [1]. Она предполагает рассмотрение непрерывного профессионального образования как многоуровневой системы, в которой все знания, умения и компетенции, являющиеся результатами обучения, таксономичны по своей природе. Основу для их приращения и развития может обеспечить реализация преемственности выделенных в рамке квалификаций уровней и определение возможностей их достижения посредством формального, неформального и внеформального обучения [3].

Такая рамка квалификаций, учитывающая региональные особенности Челябинской области, была разработана в рамках проекта «Темпус», в котором Магнитогорский государственный университет принимал непосредственное участие [4].

В основу мер профилактики киберэкстремизма помимо профессиональных компетенций могут быть положены требования образовательной сетки квалификаций по двум дескрипторам:

1. Мотивационно-ценностные ориентации – как приверженность ценностям: этическим, правовым, нравственным, экологическим и т.д.

2. Культурологические качества – как комплекс способностей к восприятию, пониманию культуры, культурному взаимообмену, толерантность.

Эти дескрипторы определяют мотивационно-поведенческие качества личности.

О важности результатов обучения, выраженных данными дескрипторами, говорит проведенный опрос. В опросе приняли участие все образовательные учреждения начального, среднего и высшего образования. Всего было опрошено 170 руководителей выпускающих подразделений.

Анализ полученных в ходе интервьюирования результатов проводился в соответствии со следующей логикой исследования [3]:

1) определение адекватности выбора выделенных дескрипторов, корректности их формулировки и уточнение их содержания;

2) определение коррелируемости между важностью оценки результатов обучения по выделенным дескрипторам и полнотой их сформированности в образовательных учреждениях разных образовательных уровней;

3) выявление мнения экспертов о качественной характеристике результатов обучения по образовательным уровням в соответствии с выделенными дескрипторами.

Данные по анализу дескриптора «Мотивационно-ценностные ориентации» представлены на рис. 1.

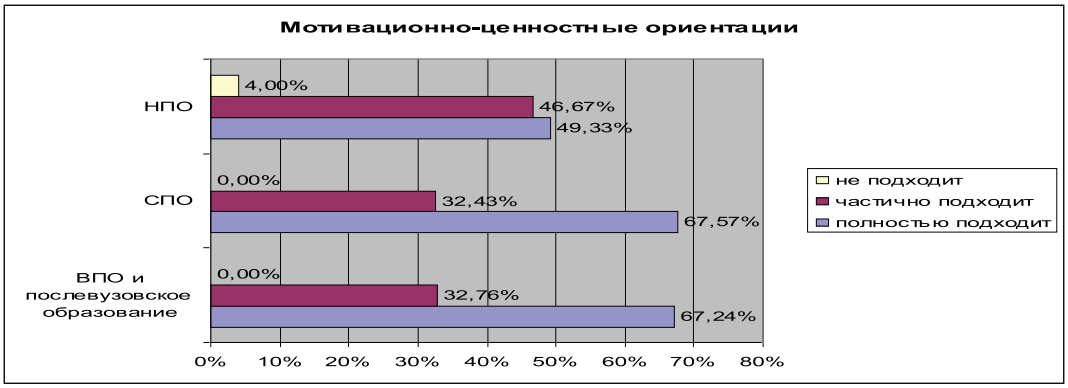


Рис. 1. Процентное распределение ответов респондентов по дескриптору «Мотивационно-ценностные ориентации»

При оценке применимости дескриптора «Мотивационно-ценностные ориентации» к оценке результатов обучения представители системы среднего, высшего и послевузовского образования согласны с выделением данного дескриптора. Многие интервьюеры отметили необходимость дополнения его содержания такими компонентами, как социальная ответственность, мотивация к получению профессиональных знаний и умений.

Мнения представителей начального профессионального образования разделились примерно поровну, при этом 46,67% высказали мнение о том, что мотивационно-ценностные ориентации не являются основным результатом обучения по их образовательным программам, поэтому отнесли этот дескриптор к категории «частично подходит».

Данные по анализу дескриптора «Мотивационно-ценностные ориентации» представлены на рис. 2.

Важность учета культурологических качеств при описании результатов обучения оказалась весьма спорной. При оценке пригодности данного дескриптора превышен порог в 10% респондентов, отметивших

данный дескриптор как не подходящий для описания квалификационных требований. Однако входящие в этот дескриптор компоненты содержатся во всех стандартах ФГОС в качестве результатов обучения по всем образовательным программам бакалавриата, специалитета и магистратуры, что определяет необходимость включения данного дескриптора с уточнением его содержания. Кроме того, данный дескриптор очень важен с точки зрения профилактики киберэкстремизма.

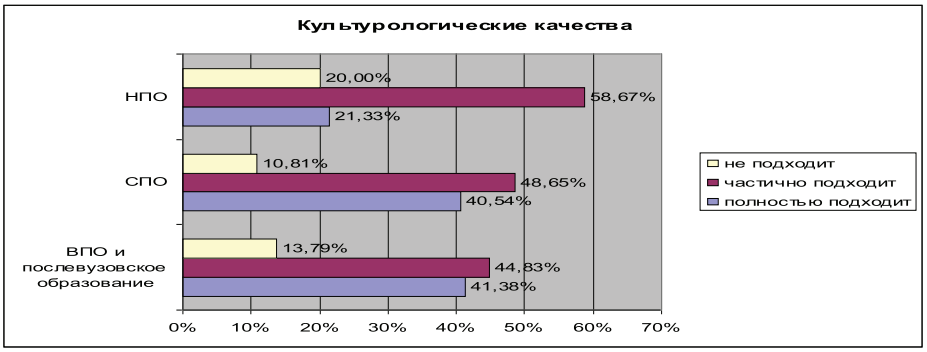


Рис. 2. Процентное распределение ответов респондентов по дескриптору «Культурологические качества»

Анализ коэффициентов корреляции в соответствии со шкалой Чеддока показал, что согласованность оценки важности, полноты содержания выделенных дескрипторов и сформированности результатов обучения по данным измерителям характеризуется как «высокая», «заметная» и «умеренная».

Описание результатов обучения по обозначенным дескрипторам представлено в таблице.

Описание результатов обучения

Мотивационно-поведенческие компетенции	
Мотивационно-ценностные ориентации	Культурологические качества
Начальное профессиональное образование	
Понимает значимость выбранной профессии, базовые ценности культуры, обладает гражданской позицией	Имеет представление о необходимости бережного отношения к историческому наследию и культурным традициям
Среднее профессиональное образование (базовое)	
Понимает и руководствуется базовыми ценностями культуры, обладает сформированной гражданской позицией, осознает социальную значимость выбранной профессии	Понимает необходимость бережного отношения к историческому наследию и культурным традициям
Среднее профессиональное образование (углубленное)	
Руководствуется базовыми ценностями культуры, обладает гражданственностью и гуманизмом. Демонстрирует готовность взять на себя нравственные обязательства по отношению к природе, обществу, человеку	Понимает важность и руководствуется принципами бережного отношения к историческому наследию и культурным традициям, уважения социальных, культурных и религиозных различий
Бакалавриат	
Применяет осознанно значение гуманистических ценностей для сохранения и развития современной цивилизации. Демонстрирует принятие нравственных обязанностей по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе	Понимает культуру и обычаи других стран и народов, толерантно относится к национальным, расовым, конфессиональным различиям. Имеет начальную подготовку к межкультурным коммуникациям
Специалитет	
Применяет осознанно гуманистические ценности для сохранения и развития современной цивилизации. Демонстрирует принятие нравственных обязанностей по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе	Оценивает культуру и обычаи других стран и народов. Имеет базовую подготовку к межкультурным коммуникациям

Магистратура	
Следует гуманистическим ценностям для сохранения и развития современной цивилизации, нравственным обязанностям по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе и создает на их основе новые. Использует знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов	Способен работать в международной культурной среде. Выявляет и сопоставляет социокультурные особенности разных стран, достижения и уровень исследований крупных научных центров по избранной специальности
Аспирантура	
Участвует в распространении и развитии гуманистических ценностей в целях сохранения и развития современной цивилизации; нравственных убеждений по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе. Использует этикетные формы научного общения	Участвует в различных формах и видах международного сотрудничества (совместный проект, гранд, конференция, конгресс, симпозиум, семинар, совещание и др.), оценивает достижения науки в других странах
Докторантура	
Участвует в распространении и развитии гуманистических ценностей в целях сохранения и развития современной цивилизации; нравственных убеждений по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе. Использует этикетные формы научного общения	Участвует в различных формах и видах международного сотрудничества (совместный проект, гранд, конференция, конгресс, симпозиум, семинар, совещание и др.), оценивает достижения науки в других странах

Компетентностный подход, положенный в основу разработки образовательной сетки квалификаций, позволяет не просто сформировать знаниевую основу будущей профессиональной деятельности учителя, но и отношение к ней и к ее результатам, в том числе с точки зрения превенции экстремизма и киберэкстремизма. Это особенно важно для учителя и педагога не столько как необходимая составляющая мировоззренческой культуры, сколько методической. Думается, что важность последнего очевидна для людей, посвятивших себя профессии, связанной с воспитанием подрастающих поколений в условиях широкой доступности интернета и сопутствующего ему усилению медиапрессинга.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований «Подготовка педагогических кадров к профилактике и противодействию идеологии киберэкстремизма среди молодежи», проект № 13-06-00156.

Список литературы

1. Курзаева Л.В., Овчинникова И.Г., Слепухина Г.В. Адаптивное управление качеством профессионального образования на основе компетентностного подхода (на примере ИТ-отрасли): методологические основания, модели и базовый инструментарий установки требований к результатам обучения: монография. – Магнитогорск: МаГУ, 2013. – 138 с.

2. Методические рекомендации по профилактике и противодействию экстремизму в молодежной среде (разработаны Минспорттуризмом России совместно с МВД России и ФСБ России) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.childpsy.ru/lib/articles/id/24789.php.

3. Овчинникова И.Г., Курзаева Л.В., Курчатов Б.В. Региональная рамка квалификаций: роль и место в системе непрерывного профессионального образования, опыт разработки : монография. – Магнитогорск: МаГУ, 2010. – 143 с.

4. Овчинникова И.Г., Курзаева Л.В., Захарова Т.В. К вопросу о разработке рамки квалификаций и профессиональных стандартов в интегративных средах (на примере информатики и образования) // Гуманитарные и социальные науки. 2012. – № 4; URL: http://www.hses-online.ru/2012/04/13_00_08/24.pdf.

5. Чусавитин М.О., Чусавитина Г.Н. Анализ проблемы готовности педагогических кадров к профилактике и противодействию идеологии киберэкстремизма среди молодежи // Информационная безопасность и вопросы профилактики киберэкстремизма среди молодежи (сборник статей). – Магнитогорск: МаГУ, 2013. – С. 152–157.

References

1. Kurzaeva L.V., Ovchinnikova I.G., Slepuhina G.V. *Adaptivnoe upravlenie kachestvom professionalnogo obrazovanija na osnove kompetentnostnogo podhoda (na primere IT-otrasli): metodologicheskie osnovanija, modeli i bazovyj instrumentarij ustanovki trebovanij k rezultatam obuchenija* [*Adaptive control of the quality of professional education competency-based approach (for example, the IT industry): methodological foundations, models, and basic tools installation requirements for learning outcomes*], Magnitogorsk : MaGU, 2013, 138 p.

2. *Metodicheskie rekomendacii po profilaktike i protivodejstviju jekstremizmu v molodezhnoj srede (razrabotany Minsportturizmom Rossii sovmestno s MVD Rossii i FSB Rossii)* Available at: http://www.childpsy.ru/lib/articles/id/24789.php.

3. Ovchinnikova I.G., Kurzaeva L.V., Kurchatov B.V. *Regionalnaja ramka kvalifikacij: rol i mesto v sisteme neprerыvnogo professionalnogo obrazovanija, opyt razrabotki* [*The regional qualifications framework: the role and place in the system of continuing professional education, experience in the development*], Magnitogorsk: MaGU, 2010, 143 p.

4. Ovchinnikova I.G., Kurzaeva L.V., Zaharova T.V. *On the question of the scope of the development of qualifications and professional standards in integrative environments (for example, computer science, and education),* Gumanitarnye i socialnye nauki, 2012, no.4, Available at: http://www.hses-online.ru/2012/04/13_00_08/24.pdf.

5. Chusavitin M.O., Chusavitina G.N. *Analiz problemy gotovnosti pedagogicheskih kadrov k profilaktike i protivodejstviju ideologii kiberjekstremizma sredi molodezhi*, Magnitogorsk, MaGU, 2013, pp. 152–157.

Рецензенты:

Климова Т.Е., д.п.н., профессор кафедры педагогики, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет», г. Магнитогорск;

Беликов В.А., д.п.н., профессор, зав. кафедрой педагогики, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет», г. Магнитогорск.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 130.2

ОСОБЕННОСТИ ПРОЧТЕНИЯ ТЕКСТА КУЛЬТУРЫ

Симбирцева Н.А.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург, e-mail: Simbirtseva.nat@yandex.ru

Текст культуры как культурологическая категория – очень емкая по содержанию дефиниция. Текст предполагает логически выстроенную, структурированную и связную по содержанию информацию. В качестве исходной формулы текста выступает понятие текста, характерное для лингвистики. Явления и практики культуры подвергаются осмыслению, анализу и интерпретации субъектом восприятия. Этот акт мы определяем как прочтение. Глубина прочтения текста культуры зависит как от объективных, так и субъективных начал. Для интерпретации важна не только информация, закодированная в самом объекте восприятия, но и информация, которая сопутствует ему. Это могут быть близкие и далекие историко-культурные и социальные контексты. На протяжении времен текст культуры может обрастать дополнительными смыслами, ценностями или, напротив, – утрачивать их. Текст культуры может претерпевать трансформацию и переходить из одной кодовой системы в другую. Важным звеном в прочтении текста культуры является субъект восприятия. Человек – это и создатель текста культуры, и его читатель.

Ключевые слова: текст культуры, визуальное, интерпретация, контекстуальный анализ, интермедиальность, субъект восприятия

TEXT OF CULTURE READING FEATURES

Simbirtseva N.A.

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Vocational Education «Ural State Pedagogical University». Yekaterinburg, e-mail: Simbirtseva.nat@yandex.ru

The text of culture as culturological category is the exceedingly high-capacity definition. The text is logical aligned, structured and content coupling information. As the basis for text of culture primary formula we use its meaning as linguistic term. Phenomena and practices of culture are exposing to analyze and interpretation by subject of perception.This action we mean as reading. The text of culture «depth of reading» depends on objective and subjective motives. For interpretation it is necessary not only coded perceptual information, but also surrounding circumstances. It can be both imminent and distant historical, cultural and social contexts. Over the times the text of culture accumulates an additional meaning, value or, in fact, it may lose all these elements. The text of culture may transforms and turns into another code system. An important unit of cultural text reading is the subject of perception. Human being is the cultural text creator as well as its reader.

Keywords: text of culture, visual, interpretation, contextual analyses, intermediality, subject of perception

Рассмотрение текста культуры как культурологической категории стало традиционным и в методологическом плане, и в плане анализа частных культурных практик. Разнообразие в толковании термина «текст культуры» есть результат научных изысканий, а именно: определяющим является тот или иной подход, в пределах которого ведется анализ. Выявление ценностно-смыслового потенциала объектов, форм, черт культуры, выраженных в знаково-символической форме, открывает исследователю возможность *прочесть* историко-культурный контекст, в который они погружены: получить представление о тенденциях времени, настроениях общества, веяниях моды, социально-культурных практиках, нравах, обычаях, традициях и т.д. Казалось бы, телесно выраженные явления культуры могут выступать в качестве текста, но проблема кроется в том, что текст в его общепринятом толковании – это логически выстроенное, связно представленное и объединенное общей мыслью изложение, высказывание. В переводе с латинского «textus» – это ткань, сплетение, структура; связное изложение. Тексту предшествует язык, явленный не только в устной и письменной речи, но и знаках, символах, запечатленных на глиняных таблицах, папирусных свитках, берестяных грамотах и проч. Средства, предназначенные для хранения и передачи информации, сами становятся значимым объектом для археолога, историка, культуролога, так как имеют историческую и культурную значимость. Знаковая реальность или внеязыковая действительность не могут сами по себе породить текст в виде цельного и связного повествования. Объекты культуры заключают в себе информацию об эпохе, времени, месте, личности…

Трансформацию ценностно-смыслового потенциала объекта культуры легко считывать на модных стилевых тенденциях. Например, костюм и отдельные его элементы, доминирующие сезонные цвета, украшения, обувь, прическа, поведение, жесты, походка. Мода становится индикатором времени. Повторяясь на новом витке, она оказывается способной не утрачивать своих изначальных смыслов. Мода – это код

к пониманию тела в культуре. Телесность как таковая подвержена изменчивости под влиянием социальных и культурных практик, обрастает значениями и смыслами. Тело человека, отношение к нему в этом случае становится медиатором между историко-культурными контекстами и эпохами. Согласимся с И. Ильиным в том, что «с семиотической точки зрения, все они (знаковые системы – *прим. Н.С.*) являются равноправными средствами передачи информации, будь то слова писателя, цвет, тень, и линия художника, звуки (и ноты как способ их фиксации) музыканта, организация объемов скульптором и архитектором, и, наконец, аранжировка зрительного ряда на плоскости экрана – все это в совокупном плане представляет собой те медиа, которые в каждом виде искусства организуются по своему своду правил – коду, представляющему собой специфический язык каждого искусства. Все вместе эти языки образуют «большой язык» культуры любого конкретного исторического периода» [2, с. 8]. «Большой язык» культуры складывается из частностей и деталей, находящихся во взаимодействии, а точкой их пересечения становится Человек.

Существование смысловой и ценностной структур внутри информационного поля текста культуры протекает в двух направлениях: утраты или приращения смыслов и значимости в зависимости от способов интерпретации. Медийная природа текста культуры обусловлена его сущностью: текст культуры создан человеком и для человека. Он (текст) изначально рассчитан на адресата и предполагает реакцию – приятия или неприятия (мы обозначили крайние полюса, так как спектр реакций «между» очень широк). Что происходит, если объекты культуры транслируются одной знаковой системой, а переходят в другую? Безусловно, цепочка, идущая от первоначального текста культуры к рождению все новых и новых версий прочтения этого текста, дает богатый материал для исследователя. Но сам текст при переходе подвергается переводу и трансформации, в процессе которых меняется и информационное поле текста культуры. Например, архитектурное сооружение само по себе и на фотографии – это разные по способам восприятия объекты. На фото реципиент видит не само здание, а его изображение. Изображенный объект становится элементом другого репрезентирующего искусства или технического средства. И информация об архитектурном объекте считывается уже исходя из всей совокупности изображения, его контекста, способов и жанра сделанной фотографии: здание может выступать в качестве «главного действующего лица», а может быть фоном или элементом пейзажа.

В традиционном типе культуры сообщение как текст, передаваемое посредством образов, ориентировано на трансляцию информации. Ценность визуального становится актуальной для современных исследователей культуры, которые стремятся проникнуть в глубину веков и через образы реконструировать, прочитать прошлое. Порой даже не столько изображение несет информацию, сколько сам объект: об истории и способах его создания, функциях, значимости для социально-культурной реальности, о том, кому и с какой целью предназначался, каков образ человека, его создавший.

Рассмотрим берестяные грамоты как текст культуры… Во-первых, они являют собой продукт конкретного историко-культурного этапа – Древней Руси. Написанные «простыми людьми», не писцами-профессионалами, а «представителями широких кругов населения, которые к письму прибегали от случая к случаю и писали каждый раз понемногу» [5, с. 8]. Новгородские берестяные грамоты, к примеру, отражают живой разговорный язык, отличающийся от официальной письменности (церковно-культовой, юридической, деловой). Во-вторых, бытование берестяных грамот в повседневной практике длилось нескольких веков (с XI – по XV вв.), что не могло не сказаться на стиле и содержании их повествования, образах и социальных функциях, отношении к ним самих авторов и «читателей» (жанровое своеобразие, фиксация морфологических особенностей, направленность, функциональность текста, особенности диалекта и т.д.). Найденные в 1951–1952 гг. А.В. Арциховским новгородские грамоты локализованы по месту их обнаружения и изначального функционирования, так как долгое время сохранялись в «древнем культурном слое», и отражают живой общенародный язык древнего Новгорода разных периодов. В-третьих, можно обнаружить типологическое сходство берестяных грамот и способов фиксации информации на бересте в других культурах (письма, относящиеся к I–II вв., на тонких деревянных табличках, сделанных из коры, найденные при раскопках римского форта Виндоланда на севере Англии). В-четвертых, берестяные грамоты отражают географическую и культурную специфику того места, в котором они писались (Великий Новгород, Псков, Торжок, Москва и др.). Но после присоединения Новгорода к Русскому государству (1478 г.) самобытный новгородский

диалект стал ассимилироваться с другими диалектами в составе языка великорусской народности.

В целом прочтение берестяной грамоты как текста культуры является свидетельством того, что важной для истории и культуры является не только сообщаемая в грамоте информация, но и другие компоненты: факты, события, знания о них, системность и контекстуальность, которые напрямую не сообщаются объектом культуры, но считываются субъектом. Сложность заключается в том, что именно субъект играет значимую роль в интерпретации информации: как будет прочитан и осмыслен тот или иной артефакт, будут ли появляться искажения в смысловых и функциональных структурах анализируемого объекта и от чего это зависит.

В условиях индустриального общества текст культуры воспринимается как прямой источник информации. Стремление объяснить мир и человека с позиций рационализма приводит, с одной стороны, к четкости и стройности формулирования мысли, а, следовательно, и научного мышления; с другой – усложняется мир сознания человека, так как сам язык становится абстрактным по своему характеру. Мир предстает как текст, требующий прочтения и разъяснения не только на научном уровне, но и на повседневно-бытовом. Активно развивается реклама, проникающая в личное и интимное пространство человека. Она не только тиражирует узнаваемые образы, но и подчиняет себе жизненный ритм человека. Рекламные образы легки для прочтения, не требуют от субъекта глубокого проникновения и рассчитаны на массового потребителя. Советские плакаты рекламируют как отечественные товары, так и зарубежные, сферы услуг и сбыта. Плакатные работы В. Маяковского и А. Родченко, выполненные для Моссельпрома, Резинотреста, ГУМа, признаны классикой советской рекламы, а отдельный цикл получил признание на Международной художественно-промышленной выставке в Париже в 1925 году. В статье «Агитация и реклама» В.В. Маяковский писал: «Ни одно, даже самое верное дело не двигается без рекламы… Обычно думают, что надо рекламировать только дрянь – хорошая вещь и так пойдет. Это самое неверное мнение. Реклама – это имя вещи. Реклама должна напоминать бесконечно о каждой, даже чудесной вещи… Думайте о рекламе» [4, С. 57–58].

Так рекламный текст преодолевает границы письменного, и актуальным для современности становится визуальный ряд. Реклама менее всего ориентирована на создание и эксплуатацию объемного письменного текста: делается ставка на визуальные образы, которые в дальнейшем декодируются и прочитываются. В постиндустриальном обществе реклама отчасти «способствовала» и формированию нового типа мышления.

В последние десятилетия XX и начале XXI вв. в качестве доминанты восприятия и трансляции информации выступает визуальное. Власть визуальных образов подчиняет себе жизненное пространство человека. Он не только мыслит ими, но и предпринимает активные действия по перекодированию письменного текста в визуальный. Актуальным примером трансформационной интермедиальности [см.: 6; 7] является экранизация, в основе которой лежит литературное произведение. Письменный текст подвергается переводу на язык другого искусства – искусства кино – и начинает жить новой жизнью, отличной от оригинального текста. Техническое «превращение» книги в фильм – визуализация образов, мотивов, действий – происходит посредством камер, света, монтажа, режиссерских установок, игры актеров, работы композиторов, костюмеров, дизайнеров и т.д. Именно поэтому действия героев становятся зримыми; с экранов звучат голоса действующих лиц; пейзажи и интерьерные зарисовки, лирические отступления, характерные для повествовательной манеры писателя, воплощаются в декорациях и костюмах; музыкальное сопровождение создает настроение, тон кинокартины и эмоциональное состояние героев; время растягивается или сокращается в зависимости от авторского замысла (как автора письменного текста, так и режиссера)… Проследить же изменения на смысловом уровне гораздо труднее: необходимо проникнуть в диалог творческих сознаний, знать текст как основу фильма, обладать критическим мышлением и эстетическим восприятием.

Кино как синтетический вид искусства предполагает сложность восприятия и прочтения, так как перед реципиентом оказывается сразу несколько задач. И они не всегда решаются на сознательном уровне. Есть выражение «на одном дыхании»… Посмотреть фильм, прочитать книгу таким образом вне зависимости от степени их сложности – это мастерство не только режиссера и писателя, но и самого зрителя и читателя. Гармония и мера как основные черты целостности произведения необходимы для получения эстетического удовольствия. Но это идеальная модель восприятия на уровне полилога «текст как замысел – автор – текст – режиссер – фильм – читатель/зритель», если мы ведем речь об экранизации. Каждое из звеньев этой цепочки может менять первоначальное

содержание написанного автором текста: расширять или сужать его смыслы.

Зрительное и зрительское восприятие экранных образов становится первичным по отношению к прочтению литературного текста. Объясним почему. Независимо от того, был ли прочитан первоначальный источник, легший в основу фильма, происходит рецепция визуального (открытие, узнавание, отождествление), а затем – его соотнесение с письменным текстом. Даже если фильм дал импульс к прочтению текста, то их (фильма и текста) соотнесение – это уже следующий этап.

Перекодирование в процессе трансформационной интермедиальности меняет не только внешнюю составляющую, к примеру, вербального текста – делает его «зримым очами», визуально воспринимаемым. Этап перехода из одной знаковой реальности в другую вносит кое-какие изменения в семантическое поле начального текста, так как у субъекта рождаются новые прямые и косвенные ассоциации по цвету, форме, запаху. Бывает и такое, что некоторые смыслы теряются, утрачиваются. Человек лишается *своего* образа, который сформировался в процессе самостоятельного прочтения письменного текста. В экранизации представлены уже готовые образы, предложенные режиссером: зрителю предлагается его видение реальности, которое может совпасть или не совпасть с его собственным (зрительским). Это тоже очень тонкий и сложный вопрос, так как соответствия образов может и не обнаружиться.

Если режиссерское видение литературного текста максимально близко автору, то появляется фильм, воспроизводящий идейное и смысловое содержание литературного произведения. Такую экранизацию обычно называют одноименной, что совсем не гарантирует идентичности внутреннего содержания. Возникает вопрос: зачем нужен фильм, дублирующий содержание текста? Во-первых, интересен сам процесс перекодирования: появляется возможность сделать воображаемую «картинку» доступной для восприятия. Во-вторых, это способ предложить свое – авторское – ви́дение уже созданных и существующих в контексте Большого Времени образов. В-третьих, попытка перевода текста из одной кодовой системы в другую – это дерзновенный способ вступить в диалог, так как интерпретация всегда вторична по отношению к исходному тексту, а ее автор стремится к тому, чтобы не только осмыслить ценности, актуальные для другого творца, но и предложить свое понимание произведения. В качестве примера можно привести фильм Э. Лотяну «Мой ласковый и нежный зверь» (1978 г.), снятый по мотивам повести А.П. Чехова «Драма на охоте», музыку к которому написал Е. Дога. Каждый текст (повесть, ее экранная версия и вальс) по отдельности представляет собой состоявшееся произведение искусства, повествующее об истории не совсем счастливой любви. Чеховское повествование имеет «протяженность» около ста семидесяти пяти страниц. Фильм Э. Лотяну длится 109 минут. Вальс Е. Доги – немногим больше трех минут. Сюжет, созданный А.П. Чеховым, получил новое ви́дение и звучание. Любовная драма, разыгравшаяся между Оленькой и Сергеем Петровичем, прочитывается в небольшой, но очень емкой музыкальной версии – вальсе. Произведение Е. Доги, спустя многие годы после выхода фильма, продолжает жить своей жизнью, не утрачивая при этом связи с повестью и ее экранизацией.

Степень ответственности ведения диалога двух и более творческих дарований высока: текст культуры в последующих его интерпретациях обретает новое звучание и новую жизнь. В этой интерпретации участвует и зритель. В данном случае мы отождествляем зрителя и читателя.

Идеальный зритель – это проницательный зритель, прочитавший произведение/произведения, по которому или которым снят фильм. Этот зритель умеет соотносить и анализировать текстовую основу произведения и его визуализированную версию. Он может считаться подготовленным интерпретатором и критиком, т.е. человеком, обладающим навыками критического восприятия и анализа. Такой зритель может активно участвовать в «жизни» кинотекста, литературного текста. Каким образом? Ответом или реакцией автору и/или режиссеру будет критика в виде статьи, рецензии, отзыва, заметки, обсуждения.

Каждый ли человек способен на глубокое и проникновенное прочтение текста культуры? Думается, что нет. Для этого необходимо как минимум, на наш взгляд, знать отечественную и общую историю, иметь представление об основных историко-культурных этапах, обладать критическим мышлением и способностью выстраивать логическую цепочку той информации, которую необходимо донести до слушателя, читателя, зрителя, т.е. до со-беседника. Современному человеку в условиях доминирования и даже навязывания визуальных образов, привыкшему к «перевариванию» готовых образов, тестовому контролю знаний, тяжело вырваться за пределы «массовой социализации» (Г. Маркузе). «Одномерный человек» – это продукт массовой культуры, носитель ее ценностей, целей, кодов

мышления и поведения, которые, по словам Г. Маркузе, «входят – утверждаемые или отрицаемые – с различной степенью осознания и выраженности в индивидуальное сообщение» [3, с. 459–460]. Доступность информации, характерная для современной реальности, еще не гарантирует овладения человеком знаниями и получения им самообразования. Следовательно, еще и необходимо уметь выстраивать логические, мотивированные культурой и взаимоопределяемые связи между объектами культуры, историей и культурой как на синтагматическом, так и на парадигматическом уровнях.

Необходимость выхода в контекст Большого Времени [1] позволяет интерпретировать изначальный текст культуры и видеть, какие изменения он претерпевает. В частности, можно наблюдать на музейных артефактах, происходит ли смысловое и ценностное приращение на протяжении нескольких десятков лет, веков, тысячелетий. Исследования социально-гуманитарных наук представляют собой неустанный поиск новых аспектов рассмотрения уже общеизвестных явлений. Частыми вопросами являются: как представлена повседневность или социокультурный контекст в шедеврах того или иного времени? Какое влияние оказали личностные и творческие особенности художника на процесс создания произведения? Какова специфика мотива в контексте творчества одного или нескольких художников (писателей, музыкантов, архитекторов и др.)? Какие загадки скрывает то или иное произведение? Рефлексия научного знания уже сама по себе подразумевает приращение, прибавление новой информации, так как невозможно высветить «новое», не рассмотрев того, что уже сделано. Стоит отметить и тот факт, что открытие зависит от стиля и особенностей изложения материала: за витиеватостью научного стиля порой трудно уловимы элементарные вещи, и, наоборот, – простота изложения материала считается признаком ясности мышления и понимания того, о чем идет речь. В условиях современной социально-культурной действительности культуролог становится тем человеком, который способен к объемному видению контекстов, а следовательно, и к квалифицированной интерпретационной деятельности.

Прочтение разнокачественных и многозначных текстов культуры обязывает не только к их пониманию, но и к «правильной» трансляции. Интерпретация невербального текста и выявление его структуры, содержательных и смысловых особенностей, близкого и далекого контекста – процесс субъективного, личностного восприятия. Целостное, комплексное или системное восприятие визуализированных текстов с учетом всех привходящих элементов – это вариант интерпретации явления культуры по законам построения лингвистического текста. Сам акт прочтения – это действие, тесно связанное и соотносимое с личностью, так как вне человеческого измерения текст культуры не жизнеспособен. Контекстуальный анализ предусматривает глубокое и проникновенное погружение субъекта в историю и культуру, близкую объекту с тем, чтобы увидеть и понять не только его уникальность и значимость, но прочитать больше, чем сам объект говорит о себе.

Статья написана в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013. Государственный контракт № 14.740.11.1117.

Список литературы

1. Бахтин М. М. Вопросы литературы и эстетики. – М.: Худож. лит., 1975. – 504 с.
2. Ильин И.П. Некоторые концепции искусства постмодернизма в современных зарубежных исследованиях. – М., 1998. – 28 с.
3. Маркузе Г. Эрос и цивилизация. Одномерный человек: Исследование идеологии развитого индустриального общества. – М: ООО «Изд-во АСТ», 2002. – 526 с.
4. Маяковский В.В. Агитация и реклама // Полн. собр. соч. Т. 12. – М., 1959. – С. 57–58.
5. Палеографический и лингвистический анализ Новгородских берестяных грамот / отв. ред. В.И. Борковский. – Изд-во Академии наук СССР. – М.: Наука, 1955. – 215 с.
6. Hayward P. Echoes and Reflections. The Representation of Representations // Picture This! Media Representations of Visual Art and Artists. Hrsg. von Philip Hayward. London/Paris, 1988. P. 1–25.
7. Winter G. Kunst im Fernsehen. In: Kunst und Kunstler im Film. Hrsg. von Helmut Korte & Johannes Zahlten. Hameln: CW Niemeyer, 1990. P. 69–80.

References

1. Bakhtin M.M. Voprosy literatury i estetiki. M.: «Hudozh. lit.», 1975. 504 s.
2. Ilin I.P. Nekotoryy kontseptsii iskusstva postmodernizma v ovremennykh zarubezhnykh issledovaniyakh. M., 1998. 28 p.
3. Markuze G. Eros i tsivilizatsiya. Odnomernyy thelovek: Issledovaniye ideologii razvitogo industrialnogo obshestva. M: OOO «Izdatelstvo AST», 2002. 526 p.
4. Mayakovskiy V.V. Agitatsiya I reklama // Poln. sobr. soch. T. 12. M., 1959. pp. 57–58.
5. Paleograficheskiy I lingvisticheskiyanaliz Novgorodskikh berestanykh gramot / Otv. red. V.I. Borkovskiy. Izd-vo Akademii nauk SSSR. M.: Nauka, 1955. 215 p.
6. Hayward P. Echoes and Reflections. The Representation of Representations // Picture This! Media Representations of Visual Art and Artists. Hrsg. von Philip Hayward. London/Paris, 1988. pp. 1–25.
7. Winter G. Kunst im Fernsehen. In: Kunst und Kunstler im Film. Hrsg. von Helmut Korte & Johannes Zahlten. Hameln: CW Niemeyer, 1990. pp. 69–80.

Рецензенты:

Мурзина И.Я., доктор культурологии, профессор кафедры культурологии, заведующая кафедрой культурологии, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет», г. Екатеринбург;

Рубина Л.Я., д.филос.н., профессор, директор Института фундаментального социально-гуманитарного образования, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет», г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 364.6-053.9

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ СОЦИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖИЛЫХ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Кувшинова О.А.

Оренбургский филиал ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Оренбург, e-mail: uralacad@esoo.ru

Социальная политика как инструмент, способный согласовывать интересы отдельных социальных групп, является ведущей составляющей внутренней политики государства. Необратимые демографические процессы, происходящие в России в последние десятилетия, актуализировали необходимость решения социально-экономических проблем старшего поколения. В настоящее время вектор социальной политики направлен в сторону увеличения материального благополучия пожилых и расширения их социальных возможностей. В рамках поставленной проблемы автором было проведено социологическое исследование, направленное на выявление удовлетворенности социально-демографической группы пожилых своим материальным положением. Результаты показали, что уровень удовлетворенности достаточным назвать нельзя. В связи с выявленной проблемой недостаточности материального обеспечения в статье предлагается проект программы, направленной на создание организационно-финансового инструмента на базе банковской системы.

Ключевые слова: социально-демографическая группа «пожилые», социальная политика, пенсионные выплаты, материальное обеспечение

IMPLEMENTATION OF MECHANISMS FOR THE ELDERLY'S SOCIAL SECURITY OF IN THE FRAMEWORK THE STATE SOCIAL POLICY

Kuvshinova O.A.

Orenburg Branch of Russian Academy of VPO FGBOU the national economy and public service of the President of Russia, Orenburg, e-mail: uralacad@esoo.ru

Social policy as a tool capable to coordinate the interests of different social groups, is a leading component of the state's internal policy. In Russia irreversible demographic processes actualize a need to address the socio-economic problems of the older generation. At the present time the vector of social policy is directed towards the increase of elderly's material well-being and enhance of their social opportunities. In the framework of the problems the author conducted a sociological survey aimed at identifying the satisfaction of elderly's material situation. The results showed that the level of the satisfaction cannot be called. In connection with the identified problem the author proposes a programmed aimed at creation of organizational-financial instrument on the base of the banking system.

Keywords: social-demographic group of the «elderly», social policy, pension payments, material security

Государственная социальная политика является одним из ведущих общественных институтов, основной целью которого является достижение социального равновесия, целостности, динамизма и социальной справедливости, а задачами – достижение социального равновесия посредством предоставления государственных гарантий, перераспределения материальных средств и организационных усилий, регулирование образа жизни, применение средств социального контроля.

На современном этапе социальная политика все больше внимания уделяет новой социально-демографической группе – пожилым. Такая направленность продиктована необратимыми изменениями социально-демографической структуры российского общества, а именно: количественным ростом старшей возрастной группы населения. С начала XXI века количество человек в старшей возрастной группе постоянно увеличивается от 35% (от общего количества населения) в 2000 году до 35,7% в 2012 году и прогнозно в 2016 году – 41,5% [1]. Представленные показатели актуализируют необходимость в формировании нового направления социальной политики, обращенного к проблемам пожилого населения страны.

В настоящее время органы государственной власти постоянно занимаются решением вопросов, связанных с нуждами людей пожилого возраста. Однако считаем необходимым заметить, что специфика современного положения пожилых заключается в том, что российские реформы, касающиеся их социально-экономического благополучия, в основном направлены на будущие поколения пенсионеров. Те, кто сегодня находится в пожилом возрасте, оказались за «бортом» реформационных процессов. Их основным источником доходов является государственная пенсия по старости. Следовательно, материальное положение и благополучие в значительной мере зависит от разовых решений Правительства России о повышении пенсионных выплат.

Социальный статус этих людей остается невысоким, а потенциал трудовой активности практически невостребованным.

Заявленные позиции подтверждают результаты социологического исследования, проведенного на территории Оренбургской области в 2010–2011 годах, просвященного изучению качества жизни пожилых. Оно проводилось по выбранной методике в пяти городских (в том числе в областном центре) и восьми сельских поселениях.

Количественную совокупность респондентов составили в соответствии со степенью заселенности отдельных территорий области. По данным переписи населения, в Оренбурге проживает 25% населения области, в малых городах и поселках городского типа – порядка 34,6%, а в сельской местности – 40,4% от общего количества населения. Таким образом, выборка составила: 578 – жители областного центра, 799 – жителей малых городов, 934 – жителей сельских поселений. Всего в опросе приняли участие 2311 человек в возрасте от 55 до 72 лет[1].

В общем виде результаты опроса респондентов показали, что на современном этапе уровень развития социальной политики в отношении пожилых можно оценить как малоудовлетворительный. Несмотря на высокую обеспеченность пожилого населения необходимыми мощностями, выявлены существенные диспропорции по ряду позиций:

1. Материальная обеспеченность: основным источником дохода являются пенсионные выплаты (93%), при этом почти половина лиц пожилого возраста вынуждена постоянно изыскивать дополнительные источники поступления денежных средств (43%).

2. Трудовая занятость: доля пожилого населения, занятого в сфере производства (19%), значительно ниже трудового потенциала этой социально-демографической группы (38%).

3. Социальное положение: имеет стабильную тенденцию к ухудшению (65%), хотя государство постоянно расширяет спектр социальных гарантий и услуг для пожилого населения.

4. Возможность самореализации: более трети пожилых людей (32,3%) желают получить возможность реализовать свои силы и способности в различных общественных сферах, в то время как возможностей таких не имеют.

Таким образом, главной задачей социальной политики в отношении пожилых должна стать разработка механизмов и средств ее эффективной реализации: нормативно-правового, компенсаторно-финансового, социального регулирования и социализации. В рамках нормативно-правового механизма – утверждение самостоятельного направления социальной политики; компенсаторно-финансового механизма – программа субсидирования банковских вкладов, программа трудовой занятости пожилого населения; механизма социального регулирования – организация центров специального обслуживания пожилых; механизма социализации – проекты развития самообразования, волонтерской деятельности, групп взаимопомощи, направленных на адаптацию пожилого населения к новым социально-экономическим реалиям.

Наиболее перспективной нам видится программа субсидирования банковских вкладов. Целью разработки такой программы является: создание организационно-финансового инструмента на базе банковской системы обеспечивающего:

1. Повышение уровня жизни и социальной защищенности пенсионеров пожилого возраста и обеспечения достойной пенсии работникам организаций и предприятий (в том числе малообеспеченным работникам бюджетной сферы).

2. Аккумуляцию в банках будущих пенсионных средств и формирование с их помощью долгосрочного инвестиционного ресурса и на его основе создание системы долгосрочного инвестирования социально-экономических программ регионов.

Реализация целей ФЦП направлена на решение следующего комплекса задач:

1. Формирования законодательной базы, защищающей пенсионные вклады.

2. Вовлечение в систему накоплений будущих пенсионных средств работников предприятий и организаций всех форм собственности, в том числе работников бюджетной сферы.

3. Обеспечения населения регионов дополнительными пенсиями.

4. Инвестирование средств пенсионных вкладов в социально-экономические проекты регионов.

При разработке проекта основными расчетными критериями являлись: среднемесячная

[1] Распределение количества отобранных респондентов определялось исходя из степени заселенности различных территорий Оренбургской области, соотношения полов, существующего в регионе и уровня образования. При этом на каждую тысячу населения 113 человек имеют высшее образование (151 человек среди городского населения и 75 – среди сельского). Из них на каждые четыре тысячи населения приходится один человек, имеющий послевузовское образование. Среднеспециальное образование среди городского населения на каждую тысячу населения имеют 147 человек, а в сельской местности – 149. Начальное профессиональное образование в среднем имеют 205 человек на тысячу населения области независимо от места проживания.

заработная плата по Приволжскому федеральному округу (1) и установленный прожиточный минимум (2–5) [3, 5]. Исходя из суммы прожиточного минимума, определяем сумму для обеспечения повседневных потребностей в месяц, увеличивая прожиточный минимум в два раза (6). Вычитая эту сумму из среднемесячной заработной платы, получаем возможный остаток средств, который может пойти на пенсионные накопления (7).

Таким образом рассчитываем максимально возможную сумму ежегодных накоплений (8) и, учитывая количество лет накопления (9) и запланированный нами банковский процент (15), получаем сумму, которую возможно накопить для дополнительных пенсионных выплат после выхода на пенсию[2].

Банковский процент берем идеально высокий – 25 % (15). Исходя из того, что при опросе респонденты показали, что сумма, устраивающая их как доплата к существующей пенсии, равна примерно десяти тысячам в месяц – на ежегодную выплату из накопленного фонда отводим сто двадцать три тысячи сто восемьдесят шесть рублей (12).

Остаток средств для последующих накоплений (13) оставляем на депозите под ежегодные проценты (14).

[2] Оптимальную сумму определили исходя из данных, полученных в ходе социологического исследования.

Финансово-временной расчет накопления пенсионных средств

№ п/п	Основные расчетные критерии	Рубли
1	Среднемесячная заработная плата (за 2010 год)	18 990,0
2	Прожиточный минимум (4 кв. 2010 года), в т.ч.	5 132,0
3	для трудоспособного населения	5 451,0
4	для пенсионеров	4 168,0
5	для детей	5 047,0
6	Принимаем сумму для обеспечения повседневных потребностей в месяц (два прожиточных минимума)	10 264,0
7	Остаток средств для накоплений (разница между среднемесячной заработной платой и суммой для обеспечения повседневных потребностей в месяц)	8 726,0
8	Сумма средств в год без % банка накопленных как остаток средств	104 712,0
9	Количество лет накопления до достижения пенсионного возраста (возможно менять – 5, 6, 7, 8, 9, 10...)	5
10	Сумма средств за количество лет без учета % банка	523 560,0
11	Сумма средств за количество лет с учетом % банка	524 868,9
12	При достижении пенсионного возраста ежегодно получаем дополнительно к государственной пенсии	123 168,0
13	Остаток средств для последующих накоплений	401 700,9
14	Сумма накоплений на последующие годы с учетом % банка	502 126,1
15	Необходимый % банка (возможны вариации), чтобы возобновить первоначальную сумму средств в пределах 500 тыс.руб.	25 %

Примечания: * детальный расчет будет учитывать:

1) ежемесячное начисление процентов банка на остаток средств, но это только может рассчитать банк;

2) ежегодное повышение среднемесячной заработной платы (хотя бы на процент инфляции).

Таким образом, ежегодная выплата может составлять сто двадцать тысяч рублей. Рассчитывая ежегодный остаток средств для последующих пенсионных накоплений, а также сумму накоплений в последующие годы с учетом процентных ставок банка, получаем с первого по восьмой год выплаты по десять тысяч рублей ежемесячно. Девятый год – около пяти тысяч ежемесячно.

С одной стороны, такая программа создаст «защитный» механизм для лиц пожилого возраста, который стабилизирует социальную ситуацию в стране до тех пор, пока основные направления пенсионной реформы не будут до конца отработаны и запущены. С другой – привлечет материальные средства лиц трудоспособного возраста для формирования их пенсионных накоплений на будущий период.

В целом, предложенные автором механизмы и средства реализации социальной политики в отношении пожилого населения, носят компенсаторный характер и могут считаться актуальными только на ближайшие годы. В перспективе они должны быть заменены на превентивные, которые создадут благоприятную социальную среду, предваряющую групповые запросы и индивидуальные притязания пожилого населения.

Список литературы

1. Анализ демографической ситуации: тенденции и последствия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.demographia.ru – (дата обращения 11.07.2013).

2. Негосударственный пенсионный фонд «СИСТЕМА». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pfsistema.ru (дата обращения 16.01.2013).

3. Прожиточный минимум населения России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http//www.kadis.ru (дата обращения 29.09.2011).

4. Социальная политика и пенсионное обеспечение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rudocs.exdat.com (дата обращения 16.01.2013).

5. Среднедушевой доход населения России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http//www.wikipedia. org (дата обращения 29.09.2011).

References

1. Analysis of the demographic situation: trends and implications. [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.demographia.ru – (reference date 11.07.2013).

2. Non-government pension Fund «SISTEMA». [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.pfsistema.ru (reference date 16.01.2013).

3. The subsistence minimum of the population of Russia. [Electronic resource]. – Mode of access: http : //www.kadis.ru (reference date 29.09.2011).

4. Social policy and pensions. [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.rudocs.exdat.com (reference date 16.01.2013).

5. The per capita income of the population of Russia. [Electronic resource]. – Mode of access: http: //www.wikipedia. org (reference date 29.09.2011).

Рецензенты:

Акулич Е.М., д.с.н., профессор, заведующий кафедрой менеджмента социально-культурной деятельности, директор института сервиса и социально-культурных коммуникаций Тюменской государственной академии культуры и искусств, г. Тюмень;

Скульмовская Л.Г., д.с.н., профессор, заведующая кафедрой социально-культурного сервиса и туризма Нижневартовского государственного гуманитарного университета, г. Нижневартовск.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.

УДК 316.3/4

КОГНИТИВНО-ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ СОЦИАЛЬНОГО ИНСТИТУТА

[1]Кувшинова О.А., [2]Васильева Е.Н.

[1]Оренбургский филиал ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Оренбург, e-mail: uralacad@esoo.ru;

[2]ФГБОУ ВПО «Тюменская государственная академия культуры, искусств и социальных технологий», Тюмень, e-mail: tgiik-rektorat@mail.ru

Социальные институты в современном обществе являются теми инструментами, посредством которых происходит регулирование общественно значимых сфер деятельности и социальных отношений. Современные социальные институты складываются в условиях трансформации всех сфер жизни. Превращение общественного требования в организованный, упорядоченный процесс с определенной структурой отношений, дисциплиной, правилами поведения и есть процесс становления социального института или его институционализации. Обращает на себя внимание тот факт, что определение «чистых» институциональных факторов не вызывает серьезных разногласий в академической среде. Однако такой подход недооценивает роль акторов, заинтересованных в процессе создания новых социальных институтов. Наша позиция заключается в том, что наиболее перспективным в сложившихся условиях по своим объяснительным и эвристическим возможностям является когнитивно-институциональный подход.

Ключевые слова: когнитивно-институциональная концепция, объединительные парадигмы, методологический консенсус, холичность, дуалистичность

COGNITIVE INSTITUTIONAL APPROACH TO THE STUDY OF SOCIAL INSTITUTE

[1]Kuvshinova O.A., [2]Vasilyeva E.N.

[1]Orenburg Branch of Russian Academy of VPO FGBOU the national economy and public service of the President of Russia, Orenburg, e-mail: uralacad@esoo.ru;

[2]VPO FGBOU «Tyumen state Academy of culture, arts and social technologies», Tyumen, e-mail: tgiik-rektorat@mail.ru

In modern society the social institutions are the instruments through which the regulation of socially significant spheres of activity and social relations come. Modern social institutions are formed in conditions of all spheres of life transformation. The transformation of the public demand in the organized, orderly process with a specific pattern of relations, discipline, rules of behavior is the process of becoming a social institution or its institutionalization. It draws attention to the fact that the definition of «net» institutional factors does not cause serious disagreements in the academic environment. However, this approach underestimates the role of actors interested in the process of new social institutions creation. Our position is that the most promising in the current conditions, according to its explanatory and heuristic possibilities a cognitive institutional approach is.

Keywords: cognitive-institutional concept, unifying paradigm, methodological consensus, integrity, dual

Модернизация российского общества актуализировала проблему формирования новых социальных институтов, отвечающих вызовам времени. Их создание обусловлено объективными потребностями социума в регулировании общественно значимых сфер деятельности и социальных отношений. Однако в отечественной науке анализу переходных состояний общественной системы и ее теоретико-методологическому обоснованию уделяется недостаточно внимания.

Современные исследователи, изучая процессы институционализации, то есть образования новых социальных институтов, с точки зрения различных наук, пришли к выводу о необходимости объединения уже существующих подходов. Это оправдано, поскольку любая социальная структура или организация сплошь пронизана взаимосвязями, при их изучении не остается места автономным наукам и фундаментальным законам [2]. Ни одна концепция не может претендовать на автономию и исключительную объективность результатов, так как, исследуя социальный феномен, обязательно войдет в соприкосновение (и/или пересечение) с другими научными методологиями. В зависимости от специфики изучаемой проблемы находится только степень участия той или иной парадигмы при ее анализе.

Следует согласиться с А.И. Демидовым, который утверждает, что методологический плюрализм во-первых, расширяет горизонт рациональности, признает ее несводимость только к аналитическим методикам; во-вторых, дает представление о методологии; в-третьих, признает возможность различных методов и их использование для

оптимизации результатов познания [3]. Следовательно, методологический плюрализм при изучении социальных явлений делает не только необходимым, но и возможным использование достижений самых разнообразных наук: социологических, философских, культурологических, психологических и других.

Развитие институционального знания привело к созданию объединительных парадигм, по-разному выражающих взаимосвязь социальной структуры и деятельных социальных агентов. Это объясняется тем, что при интеграции уже существующих концепций расширяются возможности социологического знания, так как каждая может быть дополнена специфическими подходами другой.

В числе разрабатываемых на сегодняшний день методологических парадигм отдаем предпочтение когнитивно-институциональной. Ее сильной стороной является то, что появляется возможность ответить на важные теоретические и практические вопросы: как и почему были выбраны те или иные институты, насколько эффективен был институциональный выбор, какое влияние на общество и политику они оказывают, как и какими темпами формируется институциональная структура [4]. Показательно то, что когнитивно-институциональный подход сочетает в себе уже существующие социальные концепции. Институциональную – направленную на социальные реалии современной жизни как изменчивые следствия человеческо-институциональных взаимодействий – и когнитивную[1] – направленную на изучение социального познания отдельной социальной группы с имеющимся у нее типовым социальным поведением и сознанием, обеспечивающим саму возможность названных выше взаимодействий. Наряду с этим когнитивный подход дает возможность изучить не только отдельную структурную социальную единицу (группу), но и отдельного члена этой группы (актора), выявить социально значимые для него результаты социально-институционального взаимодействия.

С позиции когнитивно-институционального подхода каждый актор есть коллективная фигура, укорененная в социальных отношениях, которые предопределяют имеющиеся культурные сценарии. У него нет иного пути, кроме как следовать предписаниям, которые могут отражать его интересы, ценности, роли или нормы. Поведение акторов во многом зависит от присущих им ценностно-когнитивных структур, восприятия и оценки полей взаимодействия и связанного с ними рисками, т.е. от развития его когнитивных способностей.

Согласно данной теории, фундаментальной и структурообразующей способностью человека является не способность говорения и постижения смысла речи, а способность преобразовывать информацию в целенаправленно созданную вещь и тем самым фиксировать информационный ресурс не только в памяти, но и вещественной форме. Следовательно, когнитивные факторы оказывают влияние на процесс возникновения и развития социального института, а сами социальные институты имеют значение в образе мышления исследовательской группы и самого исследователя производного от общего способа познания (когнитивной деятельности) и выступают фактором интеграции научного сообщества.

Справедливо мнение М.Н. Ересько о том, что выбор тех или иных социальных институтов есть продукт объективации сложившихся условий в сознании акторов, способствующий конструированию и изменению социальной среды [5, с. 98–115]. Он не является результатом спонтанно действующих сил, существующих независимо от человеческой воли, а напротив, есть результат осознанных волевых целенаправленных действий, благоприятствующих достижению определенных результатов. Как писал Н. Флигстин, процесс построения институтов происходит в контексте, когда властьимущие акторы пытаются производить правила взаимодействия, направленные на стабилизацию своего положения, в условиях противостояния другим акторам, обладающим большим или меньшим объемом власти.

При этом отметим, что функциональная направленность социального института обращена на определенных социальных субъектов, которые становятся акторами процесса его институционализации в том случае, если их индивидуальные потребности совпадают с потребностями общественными и потребностями властьимущих акторов, если они могут быть реализованными в рамках предложенного социального института. Как утверждает М.М. Акулич, институционализированное взаимодействие акторов зависит, с одной стороны, от знания институциональных норм и правил, а с другой – от их соответствия индивидуальным представлениям [1].

Попадая в ситуацию институционального выбора, в результате которого должна появиться новая институциональная

[1] Понятие *«когнитивный»* производно от понятия «когниция» (в когнитологии – познание, познавание) и употребляется как синоним понятий «познавательный» и «смыслообразующий».

среда (новые правила, нормы, ограничения и санкции), господствующие группы акторов оценивают свои ресурсы и предпочтения, рассматривают ресурсы и предпочтения своих оппонентов и выбирают такие способы действия, конструируют такую институциональную среду, которая в принципе стабилизирует систему взаимодействия и в то же время максимизирует их привилегированные позиции [4].

Конституирование институционального выбора в определенной степени зависит от когнитивных способностей акторов. Исходя из имеющихся знаний и оценок состояния институциональной среды, акторы выбирают конкретные типы институтов, одновременно сознательно или неосознанно определяя, насколько эти институты окажутся стабильными и эффективными в будущем.

Отметим, что предлагаемая когнитивно-институциональная парадигма по своим функциональным основаниям интегральна и холистична. В ней синтезированы традиционные (объективная и субъективная) институциональные теории. Характерный для нее методологический консенсус позволяет согласовать укоренившиеся противоречия между отечественной школой изучения социального института (Т.И. Заславская, С.В. Иванов, С.Г. Кирдина, В.А. Ядов и другие), опирающейся в основном на внешние факторы его становления (деятельность личности рассматривается как стандартизированная, то есть излишне упрощенная, не имеющая возможности проявить свои индивидуальные качества), и западной (Г. Блумер, М. Бубер, Э. Гиденс, И. Гоффман, Ф. Знанецкий, Дж. Мид, Дж. Морено, Ч. Моррис, У. Томас и другие), в которой личность занимает ведущие позиции, а процесс институционализации идет посредством человеческих представлений, сформированных на основе символов и реализуемых через межличностное взаимодействие (само взаимодействие, не опираясь на объективную реальность, зависит только от воли индивидов).

Таким образом, появляется возможность выделить основные принципы предложенной концепции:

1. Холичность (целостность) социальной среды.

2. Дуалистичность единой социальной целостности.

3. Соотнесение дуальностей (субъект-объект) на основе взаимозависимости и взаимодополнения.

4. Интегральная перспектива, то есть тенденция к согласию дуальностей.

Определяя достоинства институционально-когнитивного подхода, разделяем позицию Н.В. Иванчука в том, что институциональный подход ценен сам по себе, а когнитивная составляющая позволяет включить институты в более широкий контекст знания и познания, понимания тех факторов, которые воздействуют на человека, его потребности, ценности, мотивы [6, с. 27]. При этом считаем необходимым отметить, что когнитивные условия институционального выбора в России имеют ряд особенностей. Это связано с социально-исторической спецификой организации страны, а также со структурой ценностей и интересов населения российского общества, которые включают в себя такие общекультурные, идеологические и политические противоречия и конфликты, которые препятствуют четкому определению исторических, социокультурных и политических смыслов процессов трансформации общества и государства и, как следствие, быстрому достижению системной стабильности и консолидации общества на принципах демократии [7, с. 157–162]. Такая ситуация актуализирует применение когнитивно-институциональной методологии при изучении трансформационных явлений, влияющих на образование новых социальных институтов. Это объясняется тем, что она позволяет охарактеризовать:

1. Общую (целостную) оценку социального института в пределах означенной общности.

2. Социально-историческую ситуацию как условие возникновения социального института.

3. Специфику (национальную, территориальную и т.д.) социального института.

4. Акторов социального института как активно-деятельностных субъектов в пределах их реальных возможностей.

5. Перспективы развития социального института с учетом возможностей акторов по ее реализации.

В то же время процесс институционализации может быть рассмотрен как результат интеграции объективных условий и волевых, осознанных действий акторов социального института, направленных на достижение конкретного результата. В определенной степени он зависит от когнитивных способностей акторов. Исходя из имеющихся знаний и оценок состояния институциональной среды, акторы выбирают конкретные типы институтов [8, с. 124].

Понимание процесса институционализации включает:

1. Специфику той общественной группы, на которую направлено воздействие социального института.

2. Наличие объективных социально-исторических предпосылок создания нового

социального института (изменение общественной структуры, нормативно-правовой базы социального института, регулирующих как взаимодействие индивидов внутри группы, так и со всем обществом в целом).

3. Модификацию существующего института и возможные сценарии его развития.

4. Отражение представлений акторов о результатах происходящих трансформаций.

5. Динамику социальных позиций отдельной общественной группы.

Таким образом, анализ когнитивной составляющей процесса институционализации значительно дополняет результаты исследования его объективной составляющей. Объединение институционального и когнитивного подходов в дальнейшем может быть расширено и другими парадигмами, например, аксиологической или синергетической, что открывает новые возможности для их использования в теоретической социологии.

Список литературы:

1. Акулич М.М. Социальное согласие – свойство общества // СОЦИС. – 2002. – № 1. – С. 7–17.

2. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы: пер. с англ. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.

3. Демидов А.И. Правоведение: от методологического анархизма к методологическому плюрализму // Государство и право на рубеже веков (материалы Всероссийской конференции). Проблемы теории и истории. – М.: Изд-во ИГиП РАН, 2001. – С. 125–130.

4. Елисеев С.М. Проблемы эффективности федеральных выборов в России: когнитивно-неоинституциональные аспекты [Электронный ресурс] // «Индем» – фонд политических исследований. – URL: http://indem.ru (дата обращения 23.02.2013).

5. Ересько М.Н. Язык религии: пролегомены к когнитивному дискурсу // Религиоведение. – 2007. – № 2. – С. 98–115.

6. Иванчук Н.В. Демократизирующееся общество: объединительные парадигмы как фактор повышения эффективности управления // Научный вестник УрАГС. – 2012. – № 1(18). – С. 31–34.

7. Ильин М.В. Российский выбор: сделан, отсрочен отменен // ПОЛИС. – 2003. – № 2. – С. 157–163.

8. Пшеворский А. Демократия и рынок. Политические и экономические реформы в Восточной Европе и Латинской Америке. – М.: Изд-во «Российская политическая энциклопедия» (РОССПЭН), 2000. – 320 с.

References

1. Akulich M.M. Social cohesion – the property of society // SOCIS. 2002. no. 1. pp. 7–17.

2. Weinberg S. Dreams of a final theory: Physics in search of the most fundamental laws of nature. / S. Weinberg [translated from English]. M: editorial URSS, 2004. 256 p.

3. A.I. Demidov Law: from a methodological anarchism to methodological pluralism / A.I. Demidov // State and law at the turn of the century (materials of the all-Russian conference). Problems of theory and history. M: Izd-vo ИГиП RAS, 2001. pp. 125–130.

4. Eliseev S.M. Problems of efficiency of Federal elections in Russia: cognitive неоинституциональные aspects [Electronic resource] // «INDEM» Fund for political research. URL: http://indem.ru (reference date 23.02.2013).

5. Eresko, M.N. The language of religion: Prolegomena to the cognitive discourse / M.S. Eresko // Religion. 2007. no. 2. pp. 98–115.

6. Ivanchuk N.V. Демократизирующееся society: the unifying paradigm as the factor of increase of a management efficiency / N.V. Ivanchuk // Scientific Bulletin of УрАГС. 2012. no. 1(18). pp. 31–34.

7. Ilyin M.V. Russian choice: made, delayed cancelled / M.V. Ilyin // POLIS. 2003. no. 2. pp. 157–163.

8. Pshevorskiy A. Democracy and the market. Political and economic reforms in Eastern Europe and Latin America. M: Ed. «Russian political encyclopedia (ROSSPEN), 2000. 320 p.

Рецензенты:

Акулич Е.М., д.соц.н., доцент, заведующий кафедрой менеджмента социально-культурной деятельности, директор института сервиса и социально-культурных коммуникаций Тюменской государственной академии культуры, г. Тюмень;

Борко Т.И., д.филос.н., доцент кафедры зарубежной литературы Тюменского государственного университета, г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 18.09.2013.

УДК 398.33

ОБ ИСТОКАХ ФОЛЬКЛОРНОГО ПРАЗДНИКА НОВРУЗ

[1]Бесолова Е.Б., [2]Хурдамиева С.Х.

[1]ФГБУН «Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований имени В.И. Абаева ВНЦ РАН и Правительства РСО-А», Владикавказ, e-mail: elenabesolova@mail.ru

[2]ФГБОУ «Дагестанский государственный педагогический университет» (филиал), Дербент, e-mail: s_samila@rambler.ru

Объективное понимание любого обряда делает возможным лишь учёт общекультурного контекста. Предлагаемая статья иллюстрирует данное положение. Праздники, сопутствующие древнему Новому году (до принятия христианства) практически во всех деталях соответствуют древнеарийскому празднику Ноуруз, что даёт возможность вести речь о единых истоках их происхождения и свидетельствует о том, что некогда на Кавказе существовал весенний обряд-почитание памяти усопших родственников, связанный с древним новым годом. Между текстами семейного и календарного циклов и текстом похоронно-поминального обряда обнаруживается тесная связь, которая мотивируется единой языковой базой. В связи с этим представляется продуктивным использование сквозных тематических рядов, точнее, мотивов как между обрядами, так и внутри каждого из них. Как известно, парадигма межобрядовой терминологии оказывается гораздо шире, ярче и информативнее, и это требует для ее прочтения сбора и учёта всего культурного контекста, состоящего из отдельных верований, ассоциаций, оценок и т.д. Попытаемся на конкретном примере объяснить данный тезис.

Ключевые слова: весеннее равноденствие, культ умирающей и воскресающей природы, культ предков, весенне-календарный и аграрно-магический обрядовый праздник

SOURCES OF FOLKLORE FESTIVAL NOURUZ /NOVRUZ

Besolova E.B., Khurdamieva S.H.

[1]Federal State Budget Institution «V.I. Abaev North Ossetic Institute of Humanitarian and Social Studies of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences and Republic of North Ossetia – Alania», Vladikavkaz, e-mail: elenabesolova@mail.ru;

[2]State Educational Institution «Dagestan State Pedagogical University» (branch), Derbent, e-mail: s_samila@rambler.ru

Objective understanding of any ritual allows only record of a general cultural context. The present article illustrates this situation. Holidays, related to ancient New Year (before the adoption of Christianity) in almost all the details correspond old Aryan holiday Nouruz that allows you to talk about the origins of their common origin and suggests that once existed in the Caucasus spring rite, honoring the memory of the dead relatives associated with the ancient New Year. Between the family and calendar cycles texts and funeral and memorial rites texts are discovered close relationship, which is motivated by a common language base. In this regard, it is supposed to use cross-cutting thematic series, more motivation, as between the rites, and within each of them. As you know, the paradigm of the between ritual terminology is much wider, brighter and more informative, and it requires a fee for its perusal and consideration of all of the cultural context, which consists of individual beliefs, associations, evaluations, etc. Let us try to explain this thesis by a specific example.

Keywords: vernal equinox, cult of the dying and the reviving nature, Ancestor worship, spring calendar and agro-magical ceremonial feast

Известно, что формы летоисчисления, народные календари выражают этнолокальную специфику, процессы этногенеза и культурогенеза народа, сохраняя в себе образ мышления предков, аккумулируя их исторический опыт и отражая способы освоения мифологическим сознанием природных и стихийных явлений. Астрономические параметры, лежащие в основе любого календаря, дают три календарные системы, причём остаётся спорной проблема о начале года в солнечном календаре у северокавказских народов и его связь с праздником почитания предков.

Праздник Нового года – ***Ноуруз / Новруз*** < перс. **Naw** «новый» + **rūs** «день», т.е. ***«новый день».*** Ноуруз был самым большим национальным праздником ариев. Связан он с днём весеннего равноденствия и начинается в первый день первого месяца солнечного года, в тот момент, когда солнце входит в созвездие Овна. Своими истоками праздник уходит глубоко в доахеменидский период.

Во время Ноуруза происходил *обряд почитания предков.* Другое название Ноуруза – праздник *Фарвардина,* т.к. он приходился на первое число одноименного месяца. Название это происходило от персидского *«Фарвард»,* соответствовавшего авестийскому «*фравати»,* т.е. *«души умерших предков»,* которые продолжают загробное существование и покровительствуют своему роду или общине.

Фравашам посвящён первый месяц зороастрийского календаря Фравардин

(21 марта – 20 апреля) и последняя декада года (10–20 марта), включающая пять «високосных» предновогодних дней, не причислявшихся к месяцу. Со временем культ фравашей отвергается Заратуштрой, но уже в ранних западных модификациях зороастризма их почитание восстанавливается официально [Кожанов, 2001:193–211].

По поверьям иранцев, духи умерших возвращались на закате солнца в последнюю ночь старого года в свои прежние жилища, а затем с восходом солнца первого дня Нового года отлетали назад, в потусторонний мир, мир мёртвых. Люди обязаны были находиться дома и оказывать почитание духам предков. Оставление жилища в эту ночь грозило смертью одного из близких, потерей дома или скитанием. В настоящий месяц зороастрийцы, поминая души усопших, читали религиозные гимны соответствующего содержания из Авесты [Мейтарчиян, 1999].

Новый год – **(*Ногбон, Нæуæгбон* *«новый день»)*** – осетинами раньше справлялся весной. «Теперешнее название Нæуæг бон – новый день – ведёт свое начало, – пишет В.Ф. Миллер, – со времени раннего христианства, так как едва ли можно предполагать, что древние предки осетин вели новый год с января» [Миллер, 1882, II: 226].

При сопоставлении осетинского праздника *Ногбон и* иранского Ноуруза выясняется непосредственная связь между ними. Весьма выразительны и осетинские праздники, связанные с древним новым годом.

В частности, праздник *Хоры бон* (в честь Уацилла, бога урожая) – день надежды на хороший урожай и магические действия для его обеспечения, т.е. *Рæмон бон* – по времени приурочен к весеннему равноденствию (21 марта) [Уарзиати, 1995:58].

Общеосетинский весенне-календарный и аграрно-магический обрядовый праздник *Хор-хор* (иронск.) /*Хумидайæн* (дигорск.), по заметкам Т.А. Хамицаевой [ПНТО, 1992: 8], исполнялся до середины XX века.

Первый день обрядового праздника каждая семья справляла в своей семье, а в последующие дни люди группами посещали друг друга, веселились, пели песни, танцевали. Праздник выпадал на время поста, в связи с чем готовились лишь постные блюда: ритуальную кашу из просяной муки или солода *(къупси),* варёную кукурузу в зёрнах *(дзæрна),* фасоль *(хъæдур);* варили пиво *(бæгæны);* пекли пироги *(чъиритæ)*.

Семья собиралась вокруг накрытого стола. Глава семьи с ритуальным треугольным пирогом (*æртæдзыхон / сæфсæт)* в одной руке, с чашей пива – в другой произносил молитвословие. Вначале он славил Всевышнего *(Хуыцау),* затем с просьбой о хорошем урожае обращался к божествам: *Уацилла* – покровителю урожая, громовержцу *Елиа; Хуарелдару* – духу-покровителю злаковых растений. Затем обращался к собравшимся и трижды спрашивал: «Что просите?» Собравшиеся люди отвечали хором:

Хлеба и сена! Пшеницу и овёс! Скот и сено!

После этого со словами «да одарит вас Бог зерном и сеном» глава семьи разбрасывал зерна кукурузы, фасоль, маленькие пирожки, а остальные ловили их в шапки, фартуки, поедали со смехом и шутками.

Обрядовый праздник *Хор-хор/ Хумидайæн* изобиловал также продуцирующими магическими элементами и действами, среди которых обязательное обмазывание друг друга кашей *къупси,* обливание пивом. Глава семьи был одет в большую длинношёрстную шубу, такие же шубы порою надевали подростки; женщине с длинными косами обмазывали их кашей, проговаривая следующее заклинание:

Пусть колос пшеничный, / Колос ржаной / Вырастут такими (же) длинными!

Для женщин готовили квас *(къуымæл),* который первой пробовала беременная. Она держала чашу с квасом не руками, а двумя хлебцами. Веселье и обилие пищи, по убеждению участников праздника, должны были обеспечить людям хозяйственное благополучие в предстоящем году.

На этом празднике исполнялись как застольные и шуточные, так и мифологические песни (*«Песня о хлебе»; «Есть хлеб»; «Песня на кувде»; «Песня об Уасгерги»; «Песня изэдов»; «Песня о Борхуарали, сыне Хуарелдара»; «Песня о плугах»; «Песня о начале пахоты»; «Вон в поле наши плуги»* и др.), причём они все ритуального содержания:

с мифологическими образами:

–Уымæн йæ гутондар чи уыдзæни? – Кто там будет плугарём?

– Рæсты **Уастырджи** куы уыдзæни. – Праведный **Уастырджи** им будет.

–Сæ мыггагдзау чи уыдзæни? – Кто семена носить им будет?

– **Мады Майрæм** куы уыдзæни. – **Мады Майрам** будет.

– Сæ мыггагтауæг чи уыдзæни? – Кто сеятелем будет?

–Хор-Уацилла куы уыдзæни. – **Хор-Уацилла** будет.

[ПНТО, 1992: 68, 224];

с мифопоэтическими символами:

И **бор мæлгъæ** фæттахтæй, **Птичка жёлтая** взлетела,

Есть хлеб, есть хлеб! Йес хуар, йес хуар!

где определение «птичка *жёлтая»,* т.е. *солнечная*, есть мифопоэтический символ

изобилия. Ср.: балк. *алтын* Хардар *«золотой* Хардар».

Очень сближаются с Ноурузом праздники почитания предков у осетин. «Совпадение праздника, посвящённого душам предков, с наступлением весны, т.е. воскрешением природы, по мнению И.С. Брагинского, правомерно трактуется как подтверждение существования (в домусульманское время) культа умирающей и воскресающей природы, связанного с культом предков» [Брагинский, 1956:71].

После праздника *Хоры бон*, с пятницы на субботу, осетины устраивали первый блинный поминальный праздник – *Фыццаг лауызгæнæн.*

По народному поверью, с заходом солнца в пятницу мёртвые свободны. Новые покойники остаются охранять место, а старые, то есть умершие не в истекшем году, а раньше, сажают детей (умерших) на деревья и сами идут в дом к родным (живым), где для них готовы кушанья и напитки. Рано утром в субботу старые мертвые отправляются в путь за добычею. Путь этот очень трудный, по всей дороге одни камни и терния. Возвращаются мертвые в последний (*Дыккаг/Фæстаг лауызгæнæн*) день торжеств [Бесолова, 2008: 58–60]. В итоге легко вычислить даты проводимых праздников: *Хоры бон* – 21 марта; *Фыццаг лауызгæнæн* – 24–25 марта и *Дыккаг / Фæстаг лауызгæнæн* – 1 апреля.

У дагестанских азербайджанцев, как, впрочем, и у всех тюрков мира, также широко отмечали праздник *Новруз-байрам* – Новый год, который приходился на 21 марта – день весеннего солнцестояния. Этому весеннему празднику предшествовали распространенные ритуальные обряды – *«яйцебития», «семени»* (солод), а также *«тум сепмах»* (букв. «семена сеять»), т.е. *обряд первого сева.*

За две недели до наступления Нового года (21 марта) женщины (каждая у себя в доме) в широкий плоский медный таз насыпали увлажненные семена пшеницы, ставили в тёмное теплое место, увлажняя их каждый день. Из проращенных зерен выжимали сок, смешивали с мукой и варили до загустения. Полученным отваром солода *(семени)* угощали соседей, родственников, напевая при этом обрядовые песни *«Семени»* [Хурдамиева 2006].

На каждой улице в новогоднюю ночь разжигались костры, через которые прыгали все желающие (очищение от грехов), особенно больные (чтобы болезни сгорели в огне).

Многие жители «освящали» свои дома, сжигая на плоских крышах смоченную нефтью тряпку, называя эту процедуру *«чираглован»,* где *чираг* < перс. ***čirāğ***– светильник; лампа; свеча; *лован* – гореть. Дети с горящими ветками гонялись друг за другом, молодые группировались «по интересам», мужчины стреляли из ружей (отпугивая неудачу, нечистую силу и все плохое). Веселье длилось до поздней ночи.

Вышеперечисленные обряды подготавливали и сопровождали всенародное празднование Нового года *(Новруз-байрам).* Основное содержание этих обрядов сводилось к магии слова и действия для того, чтобы природа одарила земледельца обильным урожаем.

Сəмəни аj сəмəни,	*Семени, ой семени (солод),*
Көjəрдəрəм мəн сəни.	*Буду выращивать тебя каждый год.*
Сəн кəлəндə jаз олур,	*Когда ты всходишь, наступает весна,*
Jаз олур, аваз олур.	*Наступает весна многоголосая.*
А Новрузум, Новрузум,	*Ай Новруз, Новруз,*
Чан Новрузум, Новрузум.	*Любимый Новруз, Новруз.*
Хошдур дəдəмин сазы,	*У деда очень хороший саз,*
Новрузда өткəм авазы.	*И на Новруз он поет.*

Замеченная сравнительная сохранность словесных формул и обрядовых песен обусловлена, скорее всего, частотой их ритуального исполнения.

Раз в год, в марте, перед началом полевых работ балкарцами и карачаевцами праздновался поминальный обряд «*Голлу*»: «Голлу – древний праздник… Длился подряд несколько дней и ночей, совершались поминки по предкам: пекли пироги, жарили баранов. Лучшие куски из приготовленного предлагались покойникам. Народ думал, что в эту ночь предки выходят из своих могил, и что если их умилостивить пищей, то можно ближайшим летом ожидать хорошего урожая» [Холаев, 1981:6]. Л.И. Лавров также писал, что ежегодно в середине марта балкарцы устраивали поминки под названием «*Голлу*» [Там же]. Со временем в результате десакрализации и деритуализации поминальный праздник трансформируется в ежегодный общенародный синкретичный календарно-обрядовый праздник весны, воспевающий бога урожая и изобилия – Голлу [Малкондуев, 1996:90]:

Ойра, Голлу, сен берекетли къоллу! Ойра, Голлу, ты – с добрыми руками!

Ойра, Голлу, сен мирзеу кёллю! Ойра, Голлу, ты – всей душой с урожаем!

Будай гюттюле байлатхын! Дай снопы пшеницы собрать,

Индыр тёбеле къалатхын! Дай гумну наполниться зерном!

Особенности общенародного весенне-календарного аграрного обряда *«Голлу»* интересно описаны А.З. Холаевым и Т.М. Хаджиевой [Холаев, 1981: 5–11; Хаджиева, 1988: 60–78]. Им удалось раскрыть полифункциональный характер обряда, выделить в нём особенности утраченного смысла ритуала, связанного с культом предков.

С днём весеннего равноденствия был связан древний новый год и у народов Дагестана. Наступление весны горцы отмечали подобными обрядами: зажигали костры, готовили ритуальную пищу, прыгали через очистительный огонь и пр.

На основании изучения материалов археологии, этнографии, мифологии и ритуалов выявляется следующая взаимосвязь: *весеннее равноденствие (солнцеворот) – празднование древнего Нового года – праздник почитания умерших предков – весенне-календарные аграрные обрядовые праздники.* Указанная взаимосвязь имеет, скорее всего, древние индоарийские (в широком смысле – индоевропейские) корни, поскольку его традиции прослеживаются у всех народов, имеющих индоевропейское происхождение.

Приведённый материал выявил, что праздники, сопутствующие Новому году до принятия христианства, практически во всех деталях соответствуют древнеарийскому празднику Ноуруз, что даёт возможность исследователям вести речь о единых истоках их происхождения. Эти истоки зафиксированы и у дагестанских азербайджанцев, как, впрочем, и у всех тюрков мира, которые широко отмечали праздник Новруз-байрам – Новый год, приходившийся на 21 марта, день весеннего солнцестояния.

Всё свидетельствует о том, что некогда на Кавказе существовал весенний обряд-почитание памяти усопших родственников, связанный с древним новым годом. И в русском весенне-календарном фольклоре Ю.М. Соколов выделил типологически сходный обряд, суть которого в том, что «мы имеем дело с неотъемлемой частью всех весенних обрядов: с поминанием покойников, усопших предков, с культом их. Весной, когда возрождается вся природа, примитивно думающий человек, естественно, предполагал, что умерший родич воскреснет» [Соколов, 1941: 147].

Список литературы

1. Бесолова Е.Б. Язык и обряд: Похоронно-поминальная обрядность осетин в аспекте её текстуально-вербального выражения. – Владикавказ, 2008.

2. Кожанов Н. Празднование Ноуруза в Сасанидской империи // Празднование дня весеннего равноденствия в культурах народов мира. Studia culturae. Альманах кафедры философии культуры и культурологи и Центра изучения культуры философского факультета Санкт-Петербургского государственного университета. – Вып. 1. – СПб., 2001.

3. Малкондуев Х.Х. Обрядово-мифологическая поэзия балкарцев и карачаевцев. – Нальчик: Изд-во центр «Эль-Фа», 1996.

4. Мейтарчиян М.Б. Погребальный обряд зороастрийцев. – М.: Институт востоковедения РАН, 1999.

5. Миллер Всеволод. Осетинские этюды. – Владикавказ, 1992.

6. Памятники народного творчества осетин // сост. Т.А. Хамицаева. – Владикавказ: Ир,1992.

7. Соколов Ю.М. Русский фольклор. – М.,1941.

8. Уарзиати В.С. Праздничный мир осетин. Владикавказ, 1995.

9. Хаджиева Т.Х. Эстетическая и утилитарно-магическая функции календарных песен балкарцев и карачаевцев (весеннее-летний цикл) // Календарно-обрядовая поэзия народов Северного Кавказа. – Махачкала, 1988.

10. Холаев А.З. К вопросу о трансформации обрядовой песни-пляски «Голлу» у балкарцев и карачаевцев // Художественный язык фольклора кабардинцев и балкарцев. – Нальчик, 1981.

11. Хурдамиева С.Х. Антология азербайджанского фольклора. Дербентский фольклор. – Баку: Seda, 2006.

References

1. *Besolova Ye.B.* Yazyk i obryad: Pokhoronno-pominalnaya obryadnost osetin v aspekte yeye tekstualno-verbalnogo vyrazheniya. Vladikavkaz, 2008.

2. *Kozhanov N.* Prazdnovaniye Nouruza v Sasanidskoy imperii // Prazdnovaniye dnya vesennego ravnodenstviya v kulturakh narodov mira. Studia culturae. Almanakh kafedry filosofii kultury i kulturologi i Tsentra izucheniya kultury filosofskogo fakulteta Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Vypusk 1. SPb., 2001.

3. *Malkonduyev Kh.Kh.* Obryadovo-mifologicheskaya poeziya balkartsev i karachayevtsev. Nalchik: Izd. tsentr «El-Fa», 1996.

4. *Meytarchiyan M.B.* Pogrebalnyy obryad zoroastriytsev. M.: Institut vostokovedeniya RAN, 1999.

5. *Miller Vsevolod.* Osetinskiye etyudy. Vladikavkaz, 1992.

6. Pamyatniki narodnogo tvorchestva osetin // Sost. T.A. Khamitsayeva. Vladikavkaz: Ir, 1992.

7. *Sokolov Yu.M.* Russkiy folklor. M., 1941.

8. U*arziati V.S.* Prazdnichnyy mir osetin. Vladikavkaz, 1995.

9. *Khadzhiyeva T.Kh.* Esteticheskaya i utilitarno-magicheskaya funktsii kalendarnykh pesen balkartsev i karachayevtsev (vesenneye-letniy tsikl) // Kalendarno-obryadovaya poeziya narodov Severnogo Kavkaza. Makhachkala, 1988.

10. *Kholayev A.Z.* K voprosu o transformatsii obryadovoy pesni-plyaski «Gollu» u balkartsev i karachayevtsev // Khudozhestvennyy yazyk folklora kabardintsev i balkartsev. Nalchik, 1981.

11. *Khurdamiyeva S.Kh.* Antologiya azerbaydzhanskogo folklora. Derbentskiy folklor. Baku: Seda, 2006.

Рецензенты:

Чибиров Л.А., д.и.н., профессор, заведующий отделом этнологии, ФГБУН «Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева Владикавказского научного центра РАН и Правительства РСО-Алания», г. Владикавказ;

Фидарова Р.Я., д.ф.н., профессор, главный научный сотрудник отдела осетинской литературы, ФГБУН «Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева Владикавказского научного центра РАН и Правительства РСО-Алания», г. Владикавказ.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

УДК 330

ПРОБЛЕМА ПРИНЦИПА ПРЕДЕЛЬНОЙ ПОЛЕЗНОСТИ В ЭКОНОМИКЕ

Трынкин В.В.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина Минобразования России», Нижний Новгород, e-mail: protector@live.ru

В тексте статьи исследуется принцип предельной полезности, обоснованный учением «Экономикс». Обозначается широкое применение выводов учения «Экономикс» и, в частности, принципа предельной полезности, в строительстве современных экономик мира. В ходе проведённого анализа выясняется, что фактическое развитие экономик мира, несмотря на внешнюю надёжность учения «Экономикс», приостановило своё движение вперёд. В целях обнаружения причин уязвимости учения «Экономикс», исследуются основные постулаты, а также вытекающие следствия из факторов обоснования принципа предельной полезности. Благодаря проведённому анализу делается вывод, что в совокупности аргументов учения «Экономикс» допущен ряд существенных просчётов, вследствие чего принцип предельной полезности приобретает весьма сомнительный теоретический вес, не помогая, а затушёвывая перспективы подлинного развития экономических отношений.

Ключевые слова: Экономикс, предельная полезность, ТНК и естественные монополии, причины экономического застоя

THE PROBLEM OF MARGINAL UTILITY IN ECONOMY

Trynkin V.V.

FGBOU VPO «THE Nizhny Novgorod State Pedagogical University. K. Minin. The Ministry of education of Russia, Nizhny Novgorod, e-mail: protector@live.ru

In the text of the article explores the principle of marginal utility, sound teaching «Economics». Is indicated by the wide application of findings the teachings of «Economics» and, in particular, the principle of marginal utility, to build modern economies in the world. In the course of the analysis carried out shows that the actual development of the economies of the world, despite the apparent reliability of the teachings of «Economics», has suspended his movement forward. In order to detect causes of vulnerability «Economics», explores the basic principles, as well as under the investigation of the factors justifying the principle of marginal utility. Thanks to the survey analysis it is concluded that the combined arguments «Economics» has a number of significant assertions and therefore the principle of marginal utility becomes very dubious theoretical weight, not helping, and rubbed prospects for genuine development of economic relations.

Keywords: Economics, marginal utility, market equilibrium, TNCs and natural monopolies, the causes of economic stagnation

Каждая экономика мира стремится к максимальной эффективности и полезности. Этой цели в полной мере способствует, как утверждается, принцип предельной полезности, окончательно оформившийся за последнее столетие в учении «Экономикс», который обещает людям гармоничное состояние рынка, полное согласие спроса и предложения [6. 76]. Благодаря «невидимой руке» А. Смита, рынок способен регулировать сам себя, без внешнего вмешательства, и в то же время, благодаря его механизмам, заключается своеобразный пакет соглашений между продавцами и покупателями [10, 10]. Потому экономики стран мира ныне активно сориентированы на внедрение принципа полезности в широкую практику соотношения экономических и политических систем. В то же время при внимательном рассмотрении оказывается, что и постулаты учения «Экономикс» в отношении к принципу предельной полезности, а также многочисленные факты его применения далеки от исходных заявлений. Одновременно, при всех благих пожеланиях, сегодня не приходится говорить о настоящем благополучии мировых экономик, постоянно находящихся на грани или скатывающихся в ту или иную полосу кризиса. Изучению данных проблем и будет посвящена данная статья.

При первых шагах погружения в теорию Экономикса выясняется, что равновесию интересов продавца и покупателя противопоставлен командир-потребитель. Именно потребитель, как утверждается, превращает бедных в богатых, а богатых в бедных, поскольку именно потребление присваивает производству степени ущербности или превосходства [12, 1204]. Малейшие жалобы потребителя – вроде бы, «ЧП» при их возникновении, и производители не имеют права оправдываться, стараясь безоговорочно исправлять положение. А если кто-то перестаёт считаться с интересами потребления, оно наказывает данных лиц потерей достатка [8, 255]. Т.е. внешне заявленная гармоничность отношений меж продавцами и покупателями превращается при первом приближении в одноплановую зависимость производства от потребления.

Появившийся нежданный ракурс в теории Экономикса приобретает, с её точки

зрения, свои достоинства: если главенствует потребительная стоимость, с нею, прежде всего, согласуется стоимость меновая [5, 692]. А она становится некой формой как бы универсального коэффициента рыночных взаимоотношений, «вокруг которого вращается вся логика экономических феноменов» [12, 1201–1202]. И благодаря меновой стоимости условно нарушенное равновесие меж продавцами и покупателями, вроде бы, вновь восстанавливается.

При господстве меновой стоимости главной её рыночно-сигнальной природой становятся цены [9, 67]. Цены, по версии экономистов-рыночников, – не сиюминутное отношение, они повсеместно вторгаются в производство, наводя в нём всеобщий порядок. Высокие цены стимулируют производство, хотя и снижают объём покупок товаров данного производителя, заставляя его умерить свои запросы. Заниженные цены стимулируют покупателя, но производитель сталкивается с ростом собственных убытков [9, 68]. Таким способом, внушает рыночная теория, цены уверенно регулируют структуру производства, обеспечивая своевременную и верную его реконструкцию [8, 369]. Более того, если цены предписывают правила развития производства, то у них же – главнейшая роль при распределении ресурсов [10, 9]. И этот своеобразный гимн ценам, видимо, не случаен. Цены, при первом приближении, словно оживая, удивительно умны, прозорливы и даже беспристрастны в своей рыночно-регулятивной миссии.

Теория предельной полезности тем самым вновь возрождает статус гармоничной регулятивной рыночной стихии, предопределяя миссию влияния цен на многофакторную жизнь производства [12, 1204]. Заслуга такого аналитического прозрения связана с именем Менгера, хотя трудились во славу идеи предельной полезности многие специалисты-рыночники, посвящая её комментариям подчас целые тома [см., например: 6, 31]. И в подобных исследованиях многократно напоминается: все условия производства неуклонно зависят от закона предельной полезности, то есть от ориентации на рыночные цены, на запросы потребителя [12, 1215]. Принципом предельной полезности пытаются предопределить даже деятельность монополий [13, 59]. Мол, ориентируясь исключительно на данный критерий, ТНК осуществляют мощную координацию своих предприятий в регионах: учитывая ценовую политику, приостанавливают выпуск одной продукции и запускают другую в разных точках мира.

Вглядываясь в сущность принципа предельной полезности, с некоторым недоумением обнаруживаешь, что на высшем вираже развития рыночной теории этот принцип распространился даже на «феномены формирования доходов», а проще – на меру потребления продукции производств домохозяйствами [12, 1204]. То есть потребление, всесторонне регулировавшее производство, по какой-то причине принялось регулировать также и само себя.

Учитывая, что перед нами как бы всесторонне обоснованный рыночный принцип, можно в конце концов согласиться с его завершённой моделью, в которой «весь аппарат чистой экономической теории унифицируется в свете единого принципа» [там же]. А коли так, почему бы, вслед за Госсеном не предположить, что учение «Экономикс» победило классическую экономику, переведя стрелки с приоритета производства на приоритет потребления, совершив тем самым как бы Коперников переворот в теории и практике экономических отношений [12, 1211–1212].

Правда, у любого примирения с чужими странностями есть предел. Этим пределом как раз и явилось стремление рыночников к господству потребления как главному критерию оценки производства, господству потребления, как опоре ценовой политики и распределения ресурсов и, как ни странно, господству потребления даже над самим собой. Потребление-критерий, признанное верховной судящей инстанцией над всеми процессами производства, оказалось одновременно судимым, причём роль оценивающего судии досталась тому же самому потреблению. Внешне фигура эта предстала в виде бесконечно вращающегося круга, вне присутствия для него каких бы то ни было критериальных опор. А это значит, что единый принцип Экономикса именно в принципиально-критериальном плане превратился в полную беспринципность.

Жизнь обязывает выдвинуть в противовес Экономиксу другую убеждённость: ныне движет экономикой энергичное предложение. Так, внешне обыкновенной рекламе производителей товаров Экономиксом прямо-таки приказывается быть навязчивой, соблазняющей, пробуждающей низменные, почти звериные инстинкты [8, 301]. Нам скажут, что от рекламы можно отмахнуться, не обращать на неё внимание. Однако в когорте производителей наиболее агрессивны ТНК: а они, манипулируя рекламой, в то же время практически беспрепятственно повышают цены, привязывают население слабых стран к своим полуфабрикатам, уверенно защищают свой экономический курс [2, 125]. ТНК также могут ввести в обращение негодные товары (аптечный,

видеофильмовый и прочий контрафакс), и никто в этом не признается [2, 262]. В связи с ТНК рождается явная дисгармония отношений между покупателями и производителями, когда агрессивные и безнаказанные атаки производителей приводят к полному подавлению инициативы покупателя.

Экономикс вопреки вполне явным реа=-лиям рынка продолжает учить всех и вся: при равновесной экономике потребление и производство взаимодействуют стабильно, предприятия работают без затоваривания. Только вот желанная равновесность – пока только лишь частная, на мгновения возникающая форма экономических отношений, но вовсе не общая форма, не универсальная [3, 124]. Для превращения равновесности в явно секвестрированный вид есть, кроме субъективных, также ряд объективных причин. Одна из них – ажиотажные нововведения, когда производители, действительно обновив товар, монопольно завышают на него цены. Рядом с фактором технического прогресса производства соседствуют факторы регрессивного порядка, перед которыми покупатели, а, точнее, основное население также практически бессильно. С одной стороны, фирмы не стремятся улучшить экологические параметры производства из-за удорожания процесса устранения загрязняющих отходов [10, 239]. С другой стороны, используя фактор монопольного производства нужных в хозяйстве товаров, фирмы и компании продавливают свои решения в регулятивных структурах, и тогда процессам загрязнения экологии придаётся отчасти официальный статус. Природе и людям, как всем ясно, вредны кислотные дожди, химические отравления атмосферы, загрязнения рек и мирового океана опасными отходами производств. Но потребители, граждане той или иной страны, часто предотвратить эти процессы не в состоянии. Соответственно, при ухудшающейся экологии всякое рыночное равновесие устраняется [9, 71]. Потому ООН вынуждена была констатировать: при безнаказанности монополий рынка главенствуют технологии, истощающие ресурсы планеты [14, 182]. Резко нарушается ценовое равновесие при эпидемиях, когда силы страны обеспечивают восстановление главнейшего – самой жизни. Но мир предложения именно в периоды бед навязывает людям, находящимся в состоянии несчастья, не всегда годные товары и по существенно завышенным ценам. Столь же нелепо оглядываться на рыночную стабильность при военной угрозе, тем более при масштабной обороне той или иной страны от прямой военной агрессии.

При оценке действительных событий жизни оказывается, что знаменитая «невидимая рука» рынка, утверждающая фактор равновесия в товарообменных процессах, проявляет себя «лишь в очень ограниченных условиях» [9, 320]. А убеждённый в правоте своих выводов Экономикс энергично развивает равновесно-рыночную фантазию в каком-то мало реальном мире. В этом виртуальном пространстве Экономикс готов опираться на мельчайшие сигналы спроса/предложения, которые фактически складываются в чрезвычайно мозаичную, во многом случайную картину экономических отношений. Именно поэтому прогнозы ведущих специалистов относительно грядущих событий в экономиках мира и в глобальной экономике планеты статистически равны пропорции 50/50 %, уподобляясь гаданию на кофейной гуще. Так создаётся, а, может быть, невольно фабрикуется сомнительный фундамент новейшей экономической теории.

Стоит обратить внимание и на то, что едва ли правомерная идея равновесия спроса/предложения прививается в качестве главного ориентира плеяде подрастающих экономистов. Подобным способом их обучают необъятной совокупности непрестанно меняющихся, микроскопических сигналов. Те же малосущественные, во многом случайные сигналы фактически навязывают обществу, которое приучают следить с нездоровым азартом за постоянно скачущими индексами мировых бирж.

В этой связи возникает предположение, что фактические регуляторы экономики, действительные причины их действия, а также подлинные аналитические критерии, реальные предписания, сообразующиеся с главными целями развития человечества, остаются пока в тени либо вовсе игнорируются Экономиксом.

Для оценки фактического состояния экономики предельно важно учитывать социально-экономические структуры той или иной конфигурации, которые осуществляют ныне сложнейшее государственно-рыночное взаимодействие. Самыми устойчивыми из таких структур являются естественные монополии, создающие необходимейшие условия жизни общества, например, электроэнергетику, железнодорожный транспорт, тепло-, газоснабжение и т.п. В этой связи чрезвычайно странно то, что деятельности и мощи естественных монополий Экономикс словно не замечает, считая истинный индивидуализм в конкуренции, якобы, главной движущей силой «спонтанных социальных образований» [11, 31]. Теоретики Экономикса даже упорствуют,

настаивая и на индивидуалистической основе общества, и на его спонтанности. Экономиксу почему-то всё видятся небольшие общины да местные автономии [11, 42], а не колоссальные субъекты производства, коими фактически являются естественные монополии.

В соответствии с данной аксиомой Экономикса, конкуренция меж отдельными предпринимателями в сфере отношений между спросом и предложением способна, якобы, оставить позади даже монополиста, который при слабом спросе на свой товар окажется в убытке [4, 101]. Формально эта точка зрения, вроде бы, приемлема, поскольку тот или иной монополист, устанавливая завышенные цены, окажется, по идее, в зависимости от оценки товара покупателем. Но ранее замечено: естественные монополии создают предметы первой необходимости, и население при любых обстоятельствах вынуждено приобретать подобные товары по установленным ценам, включая самые высокие [7, 172]. В России, например, в период распущенной либерализации, нефтедобыча, её переработка, топливная промышленность увеличили цены в десятки тысяч раз [15, 116]. И не было никаких ни рыночных, ни потребительских сил, чтобы приостановить, затормозить, обернуть вспять этот, совершенно искусственный, рост. Монополистам, вразумляет Экономикс, неизвестна будущая реакция потребителей на повышение цены [8, 340], что, якобы, обяжет их действовать осторожно, с безусловной оглядкой на запросы потребителя. Но экономическая практика принципиально иная: естественных монополистов реакция потребителей на повышение их монопольных цен просто не интересует. Они спокойно и методично наращивают ценовое давление на людей.

При ныне сложившихся, Экономиксом обоснованных рыночных критериях социально-экономических отношений сознание общества оказывается в тупике: с одной стороны, без естественных монополий (электроэнергетики, тепло- и газоснабжения, железных дорог) обойтись крайне трудно [15, 117]. С другой стороны, с естественными монополистами при их масштабах и господствующем положении, никто конкурировать не в состоянии. И расчленить их на рыночные сегменты часто бывает невозможно. Нелепы, например, попытки внедрения конкуренции меж грузовыми и пассажирскими компаниями на базе единой инфраструктуры [15, 119–120]. А там, где внешнее расчленение некоторых монополий допустимо, они не перестают оставаться в системе олигопольного ценового сговора.

Сложившаяся практика общества строить отношения с естественными монополиями такова: общество в растерянности и беспомощности взирает на произвол естественных монополистов, а они подчас свободно и безнаказанно эксплуатируют народ [8, 769]. Население несёт колоссальные убытки, когда, например, за пятилетие (в 90-е – 2000-е годы) цены на ЖКХ возрастали в 4506 раз; на газ в 3254, на горячую воду в 2700 раз [1, 113]. А тут же, на глазах у беспомощного населения, понятно на какие средства возникали и возникают шикарные, экзотические, мгновенно строящиеся лабиринты высотных штабов и загородных поместий естественных монополистов. Менеджеры естественных монополий в отличие от напряжённо работающих коллективов своих монополий, а, тем более, населения той или иной страны, живут беспечно и беспредельно обеспеченно, без всякого рыночного риска. Круговая защищённость естественных монополистов от рыночной конкуренции способствует их лени и кумовству – в России, например, Правительство было вынуждено пресекать практику «золотых парашютов», т.е. безмерных вознаграждений покидающим компанию топменеджерам. Невольно появляется знаковое предостережение А. Ослунда о том, что неуёмное воровство олигархов естественных монополий становится настоящей раковой опухолью общества, способствуя его дальнейшему разложению.

Потому, когда общество оказывается перед необходимостью ответа на вызовы ухудшающейся экологии, истощающихся природных ресурсов, когда замедляется и останавливается экономическое развитие общества в целом, основные экономические угрозы его интересам исходят именно олигархов от естественных монополий. Возможен ли кардинально иной теоретико-практический подход к развитию экономических отношений? Безусловно. Но это тема отдельного и весьма развёрнутого рассмотрения.

Список литературы

1. Белая книга: Экономические реформы в России 1991–2002 гг. / С. Глазьев и др. – М., 2004. – 412 с.

2. Гэлбрейт Дж. Экономические теории и цели общества. – М., 1979. – 406 с.

3. Кейнс Дж. М. Избранные произведения. – М., 1993. – 544 с.

4. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. В 2-х тт. – Т.1. – М.,1992. – 399 с.

5. Маркс К. Капитал. Критика политической экономии. – Т. 3. – М., 1970. – 463 с.

6. Маршалл А. Принципы политической экономии. – Т. 2. – М., 1984. – 310 с.

7. Маршалл Альфред. Принципы экономической науки. – Т. 1. – М., 1993. – 415 с.

8. Мизес Л. Человеческая деятельность: трактат по экономической теории. – М., 2005. – 878 с.

9. Самуэльсон Пол, Нордхаус В. Экономика. – М., 1997. – 1260 с.

10. Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика. – М., 1999. – 974 с.

11. Хайек Ф.А. Индивидуализм и экономический порядок. – М., 2001. – 254 с.

12. Шумпетер Й.А. История экономического анализа. В 3-х тт. – СПб., 2001. – 1234 с.

13. Шумпетер И. Капитализм, социализм и демократия. – М., 1995. – 184 с.

14. Экономическая теория на пороге XXI века. – Т.2. – М., 1998. – 792 с.

15. Ясин Е. Новая эпоха – старые тревоги: экономическая политика. – М., 2004. – 456 с.

References

1. Glazyev S., etc. White paper: economic reforms in Russia 1991–2002 gg. M., 2004. 412 p.

2. Galbraith Dzh. Economic theories and goals of the society. M., 1979. 406 p.

3. Keynes Dzh. M. selected works. M., 1993. 544 p.

4. McConnell K. R., Bru S.l. Economics: principles, problems, and policies. In 2-tt. T. 1. M., 1992. 399 p.

5. Marx K. Capital. Critique of political economy. Vol. 3, 1970. 463 p.

6. Marshall A. Principles of political economy. Vol. 2. M., 1984. 310 p.

7. Marshall Alfred. Principles of economic science. Vol. 1. M., 1993. 415 p.

8. Mises L. Human activity: a treatise on economic theory. M., 2005. 878 p.

9. Samuelson Paul, Nordhaus V. Economics. M., 1997. 1260 p.

10. Fisher, S. Dornbusch R., Šmalenzi R. Economy. M., 1999. 974 p.

11. Hayek F.A. Individualism and economic order. M., 2001. 254 p.

12. Schumpeter J. A. History of economic analysis. In 3 ‘s VV. Vol. 3. St. Petersburg. 2001. 1234 p.

13. Schumpeter J. A. Capitalism, socialism and democracy. M. 1995. 184 p.

14. The economic theory on the threshold of the 21-st century. In 2-tt. M., 1998. 792 p.

15. Yasin E. New age – old anxiety: economic policy. M., 2004. 456 p.

Рецензенты:

Сулима И.И., д.филос.н., ведущий научный сотрудник лаборатории гражданского становления личности, ГБОУ ДПО «Нижегородский институт развития образования», г. Нижний Новгород;

Пушкин С.Н., д.филос.н., профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Приволжский филиал ФГБОУ ВПО «Российская академия правосудия», г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 16.09.2013.

(http://www.rae.ru/fs/)

В журнале «Фундаментальные исследования» в соответствующих разделах публикуются научные обзоры, статьи проблемного и фундаментального характера по следующим направлениям.

1. Архитектура
2. Биологические науки
3. Ветеринарные науки
4. Географические науки
5. Геолого-минералогические науки
6. Искусствоведение
7. Исторические науки
8. Культурология
9. Медицинские науки
10. Педагогические науки
11. Политические науки
12. Психологические науки
13. Сельскохозяйственные науки
14. Социологические науки
15. Технические науки
16. Фармацевтические науки
17. Физико-математические науки
18. Филологические науки
19. Философские науки
20. Химические науки
21. Экономические науки
22. Юридические науки

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

1. Заглавие статей должны соответствовать следующим требованиям:

– заглавия научных статей должны быть информативными (Web of Science это требование рассматривает в экспертной системе как одно из основных);

– в заглавиях статей можно использовать только общепринятые сокращения;

– в переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не используется непереводимый сленг, известный только русскоговорящим специалистам.

Это также касается авторских резюме (аннотаций) и ключевых слов.

2. Фамилии авторов статей на английском языке представляются в одной из принятых международных систем транслитерации (см. далее раздел «Правила транслитерации»)

Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит
А	A	**З**	Z	**П**	P	**Ч**	CH
Б	B	**И**	I	**Р**	R	**Ш**	SH
В	V	**й**	Y	**С**	S	**Щ**	SCH
Г	G	**К**	K	**Т**	T	**Ъ, Ь**	опускается
Д	D	**Л**	L	**У**	U	**Ы**	Y
Е	E	**М**	M	**Ф**	F	**Э**	E
Ё	E	**Н**	N	**Х**	KH	**Ю**	YU
Ж	ZH	**О**	O	**Ц**	TS	**Я**	YA

На сайте http://www.translit.ru/ можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу.

3. В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы, сведения о рецензентах. Не допускаются обозначения в названиях статей: сообщение 1, 2 и т.д., часть 1, 2 и т.д.

4. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

5. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу Microsoft Office Excel. Каждый рисунок вставляется в текст как объект Microsoft Office Excel.

6. Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы. Список литературы для оригинальной

статьи – не менее 5 и не более 15 источников. Для научного обзора – не более 50 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

Списки литературы представляются в двух вариантах:

1. В соответствии с с ГОСТ Р 7.0.5 2008 (русскоязычный вариант вместе с зарубежными источниками).

2. Вариант на латинице, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники

Новые требования к оформлению списка литературы на английском языке (см. далее раздел «ПРИСТАТЕЙНЫЕ СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ» – ПРАВИЛ ДЛЯ АВТОРОВ).

7. Объем статьи не должен превышать 8 страниц А4 формата (1 страница – 2000 знаков, шрифт 12 Times New Roman, интервал – 1,5, поля: слева, справа, верх, низ – 2 см), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы. Публикация статьи, превышающей объем в 8 страниц, возможна при условии доплаты.

8. При предъявлении рукописи необходимо сообщать индексы статьи (УДК) по таблицам Универсальной десятичной классификации, имеющейся в библиотеках.

9. К рукописи должен быть приложен краткий реферат (резюме) статьи на русском и английском языках. Новые требования к резюме (см. далее раздел «АВТОРСКИЕ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИИ) НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ» – ПРАВИЛ ДЛЯ АВТОРОВ).

Объем реферата должен включать минимум 100-250 слов (по ГОСТ 7.9-95 – 850 знаков, не менее 10 строк). Реферат объемом не менее 10 строк должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты. Реферат подготавливается на русском и английском языках.

Используемый шрифт – полужирный, размер шрифта – 10 пт. **Реферат на английском языке должен в начале текста содержать заголовок (название) статьи, инициалы и фамилии авторов также на английском языке.**

10. Обязательное указание места работы всех авторов. (Новые требования к англоязычному варианту – см. раздел «НАЗВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ» – ПРАВИЛ ДЛЯ АВТОРОВ), их должностей и контактной информации.

11. Наличие ключевых слов для каждой публикации.

12. Указывается шифр основной специальности, по которой выполнена данная работа.

13. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

14. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Microsoft Office Word в одном файле.

15. Статьи могут быть представлены в редакцию двумя способами:

- **Через «личный портфель» автора**
- **По электронной почте edition@rae.ru**

Работы, поступившие через «Личный ПОРТФЕЛЬ автора» публикуются в первую очередь

Взаимодействие с редакцией посредством «Личного портфеля» позволяет в режиме on-line представлять статьи в редакцию, добавлять, редактировать и исправлять материалы, оперативно получать запросы из редакции и отвечать на них, отслеживать в режиме реального времени этапы прохождения статьи в редакции. Обо всех произошедших изменениях в «Личном портфеле» автор дополнительно получает автоматическое сообщение по электронной почте.

Работы, поступившие по электронной почте, публикуются в порядке очереди по мере рассмотрения редакцией поступившей корреспонденции и осуществления переписки с автором.

Через «Личный портфель» или по электронной почте в редакцию одномоментно направляется полный пакет документов:

- материалы статьи;
- *сведения об авторах;*
- *копии двух рецензий докторов наук (по специальности работы);*
- *сканированная копия сопроводительного письма (подписанное руководителем учреждения) – содержит информацию о тех документах, которые автор высылает, куда и с какой целью.*

Правила оформления сопроводительного письма.

Сопроводительное письмо к научной статье оформляется на бланке учреждения, где выполнялась работа, за подписью руководителя учреждения.

Если сопроводительное письмо оформляется не на бланке учреждения и не подписывается руководителем учреждения, оно должно быть **обязательно** подписано всеми авторами научной статьи.

Сопроводительное письмо обязательно (!) должно содержать следующий текст.

Настоящим письмом гарантируем, что опубликование научной статьи в журнале «Фундаментальные исследования» не нарушает ничьих авторских прав. Автор (авторы) передает на неограниченный срок учредителю журнала неисключительные права на использование научной статьи путем размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на Интернет-сайте журнала.

Автор (авторы) несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Автор (авторы) подтверждает, что направляемая статья негде ранее не была опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.

Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными редакцией журнала «Фундаментальные исследования», опубликованными и размещенными на официальном сайте журнала.

Сопроводительное письмо сканируется и файл загружается в личный портфель автора (или пересылается по электронной почте – если для отправки статьи не используется личный портфель).

• копия экспертного заключения – содержит информацию о том, что работа автора может быть опубликована в открытой печати и не содержит секретной информации (подпись руководителя учреждения). Для нерезидентов РФ экспертное заключение не требуется;

• копия документа об оплате.

Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

Редакция убедительно просит статьи, размещенные через «Личный портфель», не отправлять дополнительно по электронной почте. В этом случае сроки рассмотрения работы удлиняются (требуется время для идентификации и удаления копий).

16. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора (первого автора).

17. В конце каждой статьи указываются сведения о рецензентах: ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город, рабочий телефон.

18. Журнал издается на средства авторов и подписчиков. **Плата с аспирантов (единственный автор) за публикацию статьи не взимается.** Обязательное представление справки об обучении в аспирантуре, заверенной руководителем учреждения. Оригинал справки с печатью учреждения высылается по почте по адресу: 105037, Москва, а/я 47, Академия естествознания. Сканированные копии справок не принимаются.

19. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправоверного заимствования в рукописи произведения, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений.

Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами. Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, поручает Редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

Плагиатом считается умышленное присвоение авторства чужого произведения науки или мыслей или искусства или изобретения. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве таковых может повлечь за собой юридическую ответственность Автора.

Автор гарантирует наличие у него исключительных прав на использование переданного Редакции материала. В случае нарушения данной гарантии и предъявления в связи с этим претензий к Редакции Автор самостоятельно и за свой счет обязуется урегулировать все претензии. Редакция не несет ответственности перед третьими лицами за нарушение данных Автором гарантий.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное рецензирование. В этом случае сроки публикации продлеваются. Материалы дополнительной экспертизы предъявляются автору.

20. Направление материалов в редакцию для публикации означает согласие автора с приведенными выше требованиями.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 615.035.4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

[1]Шварц Ю.Г., [1]Артанова Е.Л., [1]Салеева Е.В., [1]Соколов И.М.

[1]ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Минздравсоцразвития России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульты в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS

[1]Shvarts Y.G., [1]Artanova E.L., [1]Saleeva E.V., [1]Sokolov I.M.

[1]Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B. Kazachya, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalised relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation. However at patients with combination Ischemic heart trouble and atrial fibrillation it is not established essential dependence of features of selection of a dose of warfarin from such characteristics, as a sex, age, quantity of accompanying diseases, presence of cholelithic illness, a diabetes of II type, duration of an arrhythmia, firmness of fibrillation of auricles, a functional class of warm insufficiency and presence of a stenocardia of pressure. According to the nonparametric correlation analysis characteristics of the period of selection of a therapeutic dose of warfarin haven't been significantly connected among themselves.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]…

Список литературы

1….

References

1…

Рецензенты: ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город.

Единый формат оформления пристатейных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»
(Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы на русском языке)

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T.P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75–85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T.P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75–85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, №. 3. – С. 369–385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340–342.

Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки: учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305–412

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы: межвуз. сб. науч. тр. / Сарат. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. – Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1999. – 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.UJ. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. –18 с.

Диссертации

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис. ... канд. полит, наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф. – Ярославль, 2003. – 350 с.

Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125–128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007. URL:

http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL:

http://www.oim.ru/reader.asp7nomers 366 (дата обращения: 17.04.07).

http://www.nlr.ru/index.html (дата обращения: 20.02.2007).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121 .html (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А.В. Колчака: сайт. – URL: http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm (дата обращения 23.08.2007).

Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы на латинице:

На библиографические записи на латинице не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «–»).

Составляющими в библиографических ссылках являются фамилии всех авторов и названия журналов.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin*., 1996, no. 9, p. 1243

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

Пример описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www. ascusc.org/ jcmc/vol5/ issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi*» (Proc. 6th Int. Technol. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»). Moscow, 2007, pp. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'tvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [*Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstvija razrushenija SSSR*]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friktsionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: http://www.scribd.com/doc/1034528/ (accessed 7 February 2011)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЦЕНЗИИ

РЕЦЕНЗИЯ

на статью (Фамилии, инициалы авторов, полное название статьи)

Научное направление работы. Для мультидисциплинарных исследований указываются не более 3 научных направлений.

Класс статьи: оригинальное научное исследование, новые технологии, методы, фундаментальные исследования, научный обзор, дискуссия, обмен опытом, наблюдения из практики, практические рекомендации, рецензия, лекция, краткое сообщение, юбилей, информационное сообщение, решения съездов, конференций, пленумов.

Научная новизна: 1) Постановка новой проблемы, обоснование оригинальной теории, концепции, доказательства, закономерности 2) Фактическое подтверждение собственной концепции, теории 3) Подтверждение новой оригинальной заимствованной концепции 4) Решение частной научной задачи 5) Констатация известных фактов

Оценка достоверности представленных результатов.

Практическая значимость. Предложены: 1) Новые методы 2) Новая классификация, алгоритм 3) Новые препараты, вещества, механизмы, технологии, результаты их апробации 4) Даны частные или слишком общие, неконкретные рекомендации 5) Практических целей не ставится.

Формальная характеристика статьи.

Стиль изложения − хороший, (не) требует правки, сокращения.

Таблицы − (не) информативны, избыточны.

Рисунки − приемлемы, перегружены информацией, (не) повторяют содержание таблиц.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Статья актуальна, обладает научной и практической новизной, рекомендуется для печати.

Рецензент Фамилия, инициалы

Полные сведения о рецензенте: Фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень и звание, должность, сведения об учреждении (название с указанием ведомственной принадлежности), адрес, с почтовым индексом, номер, телефона и факса с кодом города).

Дата Подпись

Подлинность подписи рецензента подтверждаю: Секретарь

Печать учреждения

ПРАВИЛА ТРАНСЛИТЕРАЦИИ

Произвольный выбор транслитерации неизбежно приводит к многообразию вариантов представления фамилии одного автора и в результате затрудняет его идентификацию и объединение данных о его публикациях и цитировании под одним профилем (идентификатором – ID автора)

Представление русскоязычного текста (кириллицы) по различным правилам транслитерации (или вообще без правил) ведет к потере необходимой информации в аналитической системе SCOPUS.

НАЗВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

Использование общепринятого переводного варианта названия организации является наиболее предпочтительным. Употребление в статье официального, без сокращений, названия организации на английском языке позволит наиболее точно идентифицировать принадлежность авторов, предотвратит потери статей в системе анализа организаций и авторов. Прежде всего, это касается названий университетов и других учебных заведений, академических и отраслевых институтов. Это позволит также избежать расхождений между вариантами названий организаций в переводных, зарубежных и русскоязычных журналах. Исключение составляют не переводимые на английский язык наименований фирм. Такие названия, безусловно, даются в транслитерированном варианте.

Употребление сокращений или аббревиатур способствует потере статей при учете публикаций организации, особенно если аббревиатуры не относятся к общепринятым.

Излишним является использование перед основным названием принятых в последние годы составных частей названий организаций, обозначающих принадлежность ведомству, форму собственности, статус организации («Учреждение Российской академии наук…», «Федеральное государственное унитарное предприятие…», «ФГОУ ВПО…», «Национальный исследовательский…» и т.п.), что затрудняет идентификацию организации.

В свете постоянных изменений статусов, форм собственности и названий российских организаций (в т.ч. с образованием федеральных и национальных университетов, в которые в настоящее время вливаются большое количество активно публикующихся государственных университетов и институтов) существуют определенные опасения, что еще более усложнится идентификация и установление связей между авторами и организациями. В этой ситуации **желательно в статьях указывать полное название организации**, включенной, например, в федеральный университет, **если она сохранила свое прежнее название.** В таком случае она будет учтена и в своем профиле, и в профиле федерального университета:

Например, варианты Таганрогский технологический институт Южного федерального университета:

Taganrogskij Tekhnologicheskij Institut Yuzhnogo Federal’nogo Universiteta;

Taganrog Technological Institute, South Federal University

В этот же профиль должны войти и прежние названия этого университета.

Для национальных исследовательских университетов важно сохранить свое основное название.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

АВТОРСКИЕ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИИ) НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Необходимо иметь в виду, что аннотации (рефераты, авторские резюме) на английском языке в русскоязычном издании являются для иностранных ученых и специалистов основным и, как правило, единственным источником информации о содержании статьи и изложенных в ней результатах исследований. Зарубежные специалисты по аннотации оценивают публикацию, определяют свой интерес к работе российского ученого, могут использовать ее в своей публикации и сделать на неё ссылку, открыть дискуссию с автором,

запросить полный текст и т.д. Аннотация на английском языке на русскоязычную статью по объему может быть больше аннотации на русском языке, так как за русскоязычной аннотацией идет полный текст на этом же языке.

Аналогично можно сказать и об аннотациях к статьям, опубликованным на английском языке. Но даже в требованиях зарубежных издательств к статьям на английском языке указывается на объем аннотации в размере 100-250 слов.

Перечислим обязательные качества аннотаций на английском языке к русскоязычным статьям. Аннотации должны быть:

– информативными (не содержать общих слов);

– оригинальными (не быть калькой русскоязычной аннотации);

– содержательными (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);

– структурированными (следовать логике описания результатов в статье);

– «англоязычными» (написаны качественным английским языком);

– компактными (укладываться в объем от 100 до 250 слов).

В аннотациях, которые пишут наши авторы, допускаются самые элементарные ошибки. Чаще всего аннотации представляют прямой перевод русскоязычного варианта, изобилуют общими ничего не значащими словами, увеличивающими объем, но не способствующими раскрытию содержания и сути статьи. А еще чаще объем аннотации составляет всего несколько строк (3-5). При переводе аннотаций не используется англоязычная специальная терминология, что затрудняет понимание текста зарубежными специалистами. В зарубежной БД такое представление содержания статьи совершенно неприемлемо.

Опыт показывает, что самое сложное для российского автора при подготовке аннотации – представить кратко результаты своей работы. Поэтому одним из проверенных вариантов аннотации является краткое повторение в ней структуры статьи, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение. Такой способ составления аннотаций получил распространение и в зарубежных журналах.

В качестве помощи для написания аннотаций (рефератов) можно рекомендовать, по крайней мере, два варианта правил. Один из вариантов – российский ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования», разработанные специалистами ВИНИТИ.

Второй – рекомендации к написанию аннотаций для англоязычных статей, подаваемых в журналы издательства Emerald (Великобритания). При рассмотрении первого варианта необходимо учитывать, что он был разработан, в основном, как руководство для референтов, готовящих рефераты для информационных изданий. Второй вариант – требования к аннотациям англоязычных статей. Поэтому требуемый объем в 100 слов в нашем случае, скорее всего, нельзя назвать достаточным. Ниже приводятся выдержки из указанных двух вариантов. Они в значительной степени повторяют друг друга, что еще раз подчеркивает важность предлагаемых в них положений. Текст ГОСТа незначительно изменен с учетом специфики рефератов на английском языке.

КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ АВТОРСКИХ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИЙ, РЕФЕРАТОВ К СТАТЬЯМ)
(подготовлены на основе ГОСТ 7.9-95)

Авторское резюме ближе по своему содержанию, структуре, целям и задачам к реферату. Это –краткое точное изложение содержания документа, включающее основные фактические сведения и выводы описываемой работы.

Текст авторского резюме (в дальнейшем – реферата) должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации, отличаться убедительностью формулировок.

Объем реферата должен включать минимум 100-250 слов (по ГОСТу – 850 знаков, не менее 10 строк).

Реферат включает следующие аспекты содержания статьи:

– предмет, тему, цель работы;

– метод или методологию проведения работы;

– результаты работы;

– область применения результатов;

– выводы.

Последовательность изложения содержания статьи можно изменить, начав с изложения результатов работы и выводов.

Предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия статьи.

Метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. В рефератах документов, описывающих экспериментальные работы, указывают источники данных и характер их обработки.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте реферата. Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения в реферате не приводятся.

В тексте реферата следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций (не применимых в научном английском языке).

В тексте реферата на английском языке следует применять терминологию, характерную для иностранных специальных текстов. Следует избегать употребления терминов, являющихся прямой калькой русскоязычных терминов. Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах реферата.

В тексте реферата следует применять значимые слова из текста статьи.

Сокращения и условные обозначения, кроме общеупотребительных (в том числе в англоязычных специальных текстах), применяют в исключительных случаях или дают их определения при первом употреблении.

Единицы физических величин следует приводить в международной системе СИ.

Допускается приводить в круглых скобках рядом с величиной в системе СИ значение величины в системе единиц, использованной в исходном документе.

Таблицы, формулы, чертежи, рисунки, схемы, диаграммы включаются только в случае необходимости, если они раскрывают основное содержание документа и позволяют сократить объем реферата.

Формулы, приводимые неоднократно, могут иметь порядковую нумерацию, причем нумерация формул в реферате может не совпадать с нумерацией формул в оригинале.

В реферате не делаются ссылки на номер публикации в списке литературы к статье.

Объем текста реферата в рамках общего положения определяется содержанием документа (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением).

ВЫДЕРЖКА ИЗ РЕКОМЕНДАЦИЙ АВТОРАМ ЖУРНАЛОВ ИЗДАТЕЛЬСТВА EMERALD

(http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm)

Авторское резюме (реферат, abstract) является кратким резюме большей по объему работы, имеющей научный характер, которое публикуется в отрыве от основного текста и, следовательно, само по себе должно быть понятным без ссылки на саму публикацию. Оно должно излагать существенные факты работы, и не должно преувеличивать или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации.

Авторское резюме выполняет функцию справочного инструмента (для библиотеки, реферативной службы), позволяющего читателю понять, следует ли ему читать или не читать полный текст.

Авторское резюме включает:

1. Цель работы в сжатой форме. Предыстория (история вопроса) может быть приведена только в том случае, если она связана контекстом с целью.

2. Кратко излагая основные факты работы, необходимо помнить следующие моменты:

– необходимо следовать хронологии статьи и использовать ее заголовки в качестве руководства;

– не включать несущественные детали (см. пример «Как не надо писать реферат»);

– вы пишете для компетентной аудитории, поэтому вы можете использовать техническую (специальную) терминологию вашей дисциплины, четко излагая свое мнение и имея также в виду, что вы пишете для международной аудитории;

– текст должен быть связным с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т.д. («consequently», «moreover», «for example»,» the benefits of this study», «as a result» etc.), либо разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать один из другого;

– необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т.е. «The study tested», но не «It was tested in this study» (частая ошибка российских аннотаций);

– стиль письма должен быть компактным (плотным), поэтому предложения, вероятнее всего, будут длиннее, чем обычно.

П р и м е р ы , как не надо писать реферат, приведены на сайте издательства (**http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=3&**). Как видно из примеров, не всегда большой объем означает хороший реферат.

На сайте издательства также приведены примеры хороших рефератов для различных типов статей (обзоры, научные статьи, концептуальные статьи, практические статьи) **http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=2&PHPSESSID=hdac5rtkb73ae013ofk4g8nrv1.**

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

ПРИСТАТЕЙНЫЕ СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ

Списки литературы представляются в двух вариантах:

1. В соответствии с с ГОСТ Р 7.0.5 2008 (русскоязычный вариант вместе с зарубежными источниками).

2. Вариант на латинице, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники.

Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов, следовательно (по цепочке) –организации, региона, страны. По цитированию журнала определяется его научный уровень, авторитетность, эффективность деятельности его редакционного совета и т.д. Из чего следует, что наиболее значимыми составляющими в библиографических ссылках являются фамилии авторов и названия журналов. Причем для того, чтобы все авторы публикации были учтены в системе, необходимо в описание статьи вносить всех авторов, не сокращая их тремя, четырьмя и т.п. Заглавия статей в этом случае дают дополнительную информацию об их содержании и в аналитической системе не используются, поэтому они могут опускаться.

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry,* 2008, no. 11, pp. 54–57.

Такая ссылка позволяет проводить анализ по авторам и названию журнала, что и является ее главной целью.

Ни в одном из зарубежных стандартов на библиографические записи не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «–»).

В Интернете существует достаточно много бесплатных программ для создания общепринятых в мировой практике библиографических описаний на латинице.

Ниже приведены несколько ссылок на такие сайты:

http://www.easybib.com/
http://www.bibme.org/

http://www.sourceaid.com/

При составлении списков литературы для зарубежных БД важно понимать, что чем больше будут ссылки на российские источники соответствовать требованиям, предъявляемым к иностранным источникам, тем легче они будут восприниматься системой. И чем лучше в ссылках будут представлены авторы и названия журналов (и других источников), тем точнее будут статистические и аналитические данные о них в системе SCOPUS.

Ниже приведены примеры ссылок на российские публикации в соответствии с вариантами описанными выше.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin*., 1996, no. 9, p. 1243

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

П р и м е р описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, No. 2, available at: www. ascusc.org/ jcmc/vol5/ issue2.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «ovye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi*» (Proc. 6th Int. Technol. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»). Moscow, 2007, pp. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'tvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [*Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstvija razrushenija SSSR*]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friktsionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: http://www.scribd.com/doc/1034528/ (accessed 7 February 2011)

Как видно из приведенных примеров, чаще всего, название источника, независимо от того, журнал это, монография, сборник статей или название конференции, выделяется курсивом. Дополнительная информация –перевод на английский язык названия источника приводится в квадратных или круглых скобках шрифтом, используемым для всех остальных составляющих описания.

Из всего выше сказанного можно сформулировать следующее краткое резюме в качестве рекомендаций по составлению ссылок в романском алфавите в англоязычной части статьи и пристатейной библиографии, предназначенной для зарубежных БД:

1. Отказаться от использования ГОСТ 5.0.7. Библиографическая ссылка;
2. Следовать правилам, позволяющим легко идентифицировать 2 основных элемента описаний –авторов и источник.
3. Не перегружать ссылки транслитерацией заглавий статей, либо давать их совместно с переводом.
4. Придерживаться одной из распространенных систем транслитерации фамилий авторов, заглавий статей (если их включать) и названий источников.
5. При ссылке на статьи из российских журналов, имеющих переводную версию, лучше давать ссылку на переводную версию статьи.

(В соответствии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

Оплата издательских расходов составляет:

3500 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис Личный портфель;

5500 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте без использования сервиса Личного портфеля;

4200 руб. – для оплаты издательских расходов организациями при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис Личный портфель;

6200 руб. – для оплаты издательских расходов организациями при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте без использования сервиса Личного портфеля;

Для оформления финансовых документов на юридические лица просим предоставлять ФИО директора или иного лица, уполномоченного подписывать договор, телефон (обязательно), реквизиты организации.

Банковские реквизиты:

Получатель: ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания» или ООО «Оргметодотдел АЕ»*

*** Просим указывать только одно из предоставленных названий организации. Иное сокращение наименования организации получателя не допускается. При ином сокращении наименования организации денежные средства не будут получены на расчетный счет организации!!!**

ИНН 6453117343

КПП 645301001

р/с 40702810700540002324

Банк получателя: Нижегородский филиал ОАО «Банк Москвы» г. Нижний Новгород

к/с 30101810100000000832

БИК 042282832

Назначение платежа*: Издательские услуги. Без НДС. ФИО автора.

*В случае иной формулировки назначения платежа будет осуществлен возврат денежных средств!

Копия платежного поручения высылается через «Личный портфель автора», по e-mail: edition@rae.ru или по факсу +7 (8452)-47-76-77.

Библиотеки, научные и информационные организации, получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий

№	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул.Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул.Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул.Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николоямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул.Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул.Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул.Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п.10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича,20, комн. 401.

ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Для приобретения журнала необходимо:
1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по **e-mail: edition@rae.ru.**

Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):

Для физических лиц – 1150 рублей
Для юридических лиц – 1850 рублей
Для иностранных ученых – 1850 рублей

ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА

Информация об оплате способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
Сканкопия платежного документа об оплате	
ФИО получателя полностью	
Адрес для высылки заказной корреспонденции индекс обязательно	
ФИО полностью первого автора запрашиваемой работы	
Название публикации	
Название журнала, номер и год	
Место работы	
Должность	
Ученая степень, звание	
Телефон указать код города	
E-mail	

Образец заполнения платежного поручения:

Получатель ИНН 6453117343 КПП 645301001 ООО «Организационно-методический отдел» Академии Естествознания	Сч. №	40702810700540002324
Банк получателя Нижегородский филиал ОАО «Банк Москвы» г. Нижний Новгород	БИК к/с	042282832 30101810100000000832

НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА: «ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ. БЕЗ НДС. ФИО»

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 8 (8452)-47-76-77.

По запросу (факс 8 (8452)-47-76-77, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.