

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ № 11 2014
ИССЛЕДОВАНИЯ Часть 7
Научный журнал

Электронная версия
www.fr.rae.ru
12 выпусков в год
Импакт фактор
РИНЦ – 0,296

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

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.

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

Директор
к.м.н. Стукова Н.Ю.

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

Подписано в печать 19.11.2014

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

Технический редактор
Кулакова Г.А.
Корректор
Галенкина Е.С.

Усл. печ. л. 27,88.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2014/11
Подписной индекс
33297

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 Казимилова 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. (Дмитровград)
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)

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)

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 Гаджихамедов 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)

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE FUNDAMENTAL RESEARCHES

№ 11 2014
Part 7
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)

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)

Chemical sciences

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

Foreign members of an editorial board

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

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)

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)

Geologo-mineralogical sciences

Lebedev V.I. (Kyzyl)

Physical and mathematical sciences

Krishtop V.V. (Khabarovsk)

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРО-НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ <i>Андриевская Н.В., Резников А.С., Черанев А.А.</i>	1445
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ <i>Артемов С.А., Кычкин А.В.</i>	1450
НЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕАГЕНТА УЧЕБНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Бочкарев С.В., Даденков Д.А., Каверин А.А., Черемных Д.Н.</i>	1456
МЕТОД ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА <i>Выгорова Е.А., Елтышев Д.К., Хорошев Н.И.</i>	1461
СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С НЕЛИНЕЙНОЙ АДАПТИВНОЙ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ <i>Даденков Д.А., Казанцев В.П.</i>	1466
СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Елтышев Д.К., Хорошев Н.И.</i>	1472
МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПОРНЫМ ЯЩИКОМ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ <i>Казанцев В.П., Резатдинов В.А.</i>	1476
СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА <i>Килин Г.А., Один К.А., Кавалеров Б.В.</i>	1480
ПРИНЦИП ОПТИМАЛЬНОСТИ, МЕТОД И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СИНТЕЗА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОЛНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО СОСТОЯНИЮ <i>Коломыйцев В.Г., Рустамханова Г.И.</i>	1485
СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ ТОКА И СКОРОСТИ В СИСТЕМЕ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ <i>Костыгов А.М., Солодкий Е.М., Даденков Д.А.</i>	1490
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА <i>Кычкин А.В., Елтышев Д.К., Выгорова Е.А.</i>	1496
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ КАК ИНДИКАТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ <i>Лейзгольд Д.Ю., Ромодин А.В., Трушников К.П.</i>	1501

РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРУБОПРОВОДОВ В ПАКЕТЕ MATLAB SIMULINK SIMSCAPE <i>Поносова Л.В., Черемных Д.Н., Каверин А.А., Ташлыкова Е.В.</i>	1507
ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ (СИСТЕМАМИ) <i>Ромодин А.В., Слаутин Ю.А., Калинин И.С.</i>	1512
СИНТЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМУЛЫ АККЕРМАНА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ <i>Рустамханова Г.И., Коломыцев В.Г.</i>	1516
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДЛЯ БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ <i>Трушников К.П., Ромодин А.В., Лейзгольд К.А.</i>	1521
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Хорошев Н.И., Малых О.В.</i>	1526
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И НАЛАДКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ И МИКРОКЛИМАТОМ В ОФИСНОМ ПОМЕЩЕНИИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ KNX <i>Шляев Д.В., Билалов А.Б., Билоус О.А., Хабибрахманова Ф.Р.</i>	1531
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ЭНЕРГОДАНЫХ ПОЛУНАТУРНОЙ МОДЕЛИ ЛОКАЛЬНОЙ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТИ <i>Шишкин П.П., Кычкин А.В.</i>	1536
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В IT-ИНФРАСТРУКТУРЕ ВУЗА <i>Шмидт И.А., Нечкин П.С.</i>	1541
Физико-математические науки	
СУЩЕСТВОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ СТАЦИОНАРНОЙ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ ДВУХВИДОВОГО СООБЩЕСТВА ПРИ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МИГРАЦИИ <i>Сенашова М.Ю., Садовский М.Г.</i>	1546
Химические науки	
СИНТЕЗ 1-(2-НАФТИЛ)-4-ЭТОКСИБУТАНДИОНА-1,3 И ЭТОКСИМЕТИЛНИТРОЗОПИРАЗОЛА НА ЕГО ОСНОВЕ <i>Любяшкин А.В., Субоч Г.А., Товбис М.С.</i>	1552
АНАЛИЗ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ <i>Мельникова Д.В., Волков Д.А.</i>	1555

Географические науки

ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНЫХ ВЗГЛЯДОВ НА ПРИЧИНЫ ЕСТЕСТВЕННОГО
БЕЗЛЕСЬЯ СТЕПЕЙ В XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.

Грошева О.А.1560

Сельскохозяйственные науки

ВКЛАД ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ БИОМЕТРИЧЕСКИХ
И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
ОБЛЕПИХИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОРФО-ЦЕОЛИТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Куприна М.Н.1564

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ
СЕЯНЦЕВ ВЯЗА В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

Морозова Е.В., Иозус А.П.1570

Фармацевтические науки

СИНТЕЗ И АНТИ-ВГС АКТИВНОСТЬ НОВЫХ 1-[4-(ФЕНОКСИ)БЕНЗИЛ]-ПРОИЗВОДНЫХ
5-ФЕНИЛАМИНОУРАЦИЛА

Гуреева Е.С., Бабков Д.А., Озеров А.А., Новиков М.С.1574

Экономические науки

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИГРАНИЧНОГО РЕГИОНА
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Аносова С.В.1579

МЕХАНИЗМ УЧЕТА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Бортникова И.М.1585

РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНОГО МЕТОДА УЧЕТА ЗАТРАТ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Гедгафова И.Ю., Шогенцукова З.Х., Назоев А.Б.1589

К ВОПРОСУ О НАЛОГООБЛОЖЕНИИ ПРЕСТИЖНОГО
ПОТРЕБЛЕНИЯ В РОССИИ

Гладковская Е.Н.1594

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА «МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО»
КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Густав Н.Н.1599

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Емельянов О.О.1604

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ
КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Князева И.В.1609

Педагогические науки

КУРС ПО ВЫБОРУ «ТЕОРИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ» КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ <i>Самсонова С.А.</i>	1614
---	------

Исторические науки

ПРОБЛЕМЫ РЕФОРМИРОВАНИЯ СИБИРСКОЙ ЮСТИЦИИ КОНЦА XIX В. В ОЦЕНКАХ СОВРЕМЕННИКОВ <i>Мальшиева Е.В.</i>	1617
--	------

Филологические науки

ЛЕКСИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ДИСКУРС-АНАЛИЗА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПОЛЯ НАДЕЖДА / НОРЕ (НА МАТЕРИАЛЕ КОРПУСНЫХ ТЕКСТОВ) <i>Балашова Е.Ю.</i>	1622
ОСОБЕННОСТИ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ КОНЦЕПТА «DEATH» ВО ФРАЗЕОЛОГИЗМАХ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА <i>Выхрыстюк М.С., Вычужанина А.Ю., Назмиева Э.А.</i>	1626
ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП УНИВЕРБАТОВ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ <i>Дозорова Д.В.</i>	1631
ТОРЖЕСТВО ДУХА И СМИРЕНИЕ ПЛОТИ В ЦИКЛЕ МАРИНЫ ЦВЕТАЕВОЙ «ЖИЗНИ» <i>Мокина С.Р.</i>	1636
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	1639

CONTENTS
Technical sciences

FEATURES OF APPLICATION OF NEURO FUZZY SYSTEMS IN SYSTEMS OF AUTOMATIC CONTROL <i>Andrievskaya N.V., Reznikov A.S., Cheranov A.A.</i>	1445
STRUCTURE DESIGN OF THE INFORMATION MEASUREMENT SYSTEM FOR MOBILE PLATFORM ENERGY MONITORING <i>Artemov S.A., Kychkin A.V.</i>	1450
FUZZY REAGENT CONCENTRATION CONTROL SYSTEM OF A TRAINING AND EXPERIMENTAL PLANT OF PULP AND PAPER PRODUCTION <i>Bochkarev S.V., Dadenkov D.A., Kaverin A.A., Cheremnykh D.N.</i>	1456
METHOD OF INTELLIGENT SUPPORT FOR ENERGY MANAGEMENT <i>Vygolova E.A., Eltyshev D.K., Khoroshev N.I.</i>	1461
SYNTHESIS OF ELECTROMECHANICAL CONTROL SYSTEMS WITH THE NON-LINEAR ADAPTIVE REFERENCE MODEL <i>Dadenkov D.A., Kazantsev V.P.</i>	1466
STRATEGY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY PROCESSES MANAGEMENT <i>Eltyshev D.K., Khoroshev N.I.</i>	1472
AUTOMATED CONTROL SYSTEM SIMULATION OF THE HEADBOX PULP AND PAPER PRODUCTION AND QUALITY ASSESSMENT OF FINAL PRODUCT <i>Kazantsev V.P., Rezatdinov V.A.</i>	1476
STRUCTURE-PARAMETRIC IDENTIFICATION OF GAS-TURBINE UNIT MODEL ON THE BASIS OF GENETIC ALGORITHM <i>Kilin G.A., Odin K.A., Kavalerov B.V.</i>	1480
THE PRINCIPLE OF OPTIMALITY, METHODOLOGY AND FORMULATION OF THE PROBLEM FOR MULTI-CRITERIA PREDICTIVE SYNTHESIS OF STATE FEEDBACK CONTROL SYSTEMS <i>Kolomytsev V.G., Rustamkhanova G.I.</i>	1485
SYNTHESIS OF THE CURRENT AND SPEED REGULATORS IN THE VECTOR CONTROL SYSTEM FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MACHINE DRIVE <i>Kostygov A.M., Solodkiy E.M., Dadenkov D.A.</i>	1490
THE INTELLIGENT SYSTEM FOR THE ESTIMATION THE ENTERPRISE ENERGY MANAGEMENT WITH STANDARD'S REQUIREMENTS <i>Kychkin A.V., Eltyshev D.K., Vygolova E.A.</i>	1496
POWER QUALITY INDICATORS AS EFFECTIVENESS INDICATORS OF POWER MANAGEMENT <i>Leyzgold D.Y., Romodin A.V., Trushnikov K.P.</i>	1501
CALCULATION AND MODELING OF PIPELINE SYSTEM IN THE MATLAB SIMULINK SIMSCAPE PACKAGE <i>Ponosova L.V., Cheremnykh D.N., Kaverin A.A., Tashlykova E.V.</i>	1507

BUILD AN ONTOLOGICAL MODEL MANAGEMENT ISSUES OF ELECTRIC POWER COMPLEXES (SYSTEMS) <i>Romodin A.V., Slautin Y.A., Kalinin I.S.</i>	1512
SYNTHESIS OF SEQUENTIAL CONTROL ALGORITHMS IN STATE SPACE BASED ON ACKERMANN'S FORMULA <i>Rustamkhanova G.I., Kolomytsev V.G.</i>	1516
DEVELOPMENT OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS CONSUMPTION OF FUEL AND ENERGY RESOURCES FOR STATE-FUNDED ORGANIZATION IN EDUCATIONAL AREA <i>Trushnikov K.P., Romodin A.V., Leyzgold K.A.</i>	1521
COMPLEX EVALUATION OF INVESTMENT PROJECTS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES <i>Khoroshev N.I., Malykh O.V.</i>	1526
DESIGN AND TUNING OF AUTOMATED LIGHTING AND CLIMATE CONTROL SYSTEMS IN AN OFFICE BUILDING USING THE KNX TECHNOLOGY <i>Shilyaev D.V., Bilalov A.B., Bilous O.A., Khabibrakhmanova F.R.</i>	1531
SMART SYSTEM FOR THE HIL MICROGRID ENERGY DATA MONITORING AND ANALYSIS <i>Shishkin P.P., Kychkin A.V.</i>	1536
USING OF INTEGRATED LOGISTICS SUPPORT FOR UNIVERSITY IT-INFRASTRUCTURE <i>Shmidt I.A., Nechkin P.S.</i>	1541

Physical and mathematical sciences

EXISTANCE AND STABILITY OF A STEADY DYNAMICS OF A TWO-SPECIES COMMUNITY WITH OPTIMAL MIGRATION <i>Senashova M.Y., Sadovskiy M.G.</i>	1546
--	------

Chemical sciences

SYNTHESES OF 1-(2-NAPHTHIL)-4-ETHOXYBUTANDIONE-1.3 AND ETHOXYMETHYLNITROSOPYRAZOLE BASED THEREON <i>Lyubyashkin A.V., Suboch G.A., Tovbis M.S.</i>	1552
ANALYSIS OF TOXICOLOGICAL INFLUENCE OF LUBRICOOLANTS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES ON HUMAN ORGANISM AND ENVIRONMENT <i>Melnikova D.V., Volkov D.A.</i>	1555

Geographical sciences

THE XIX – EARLY XX CENTURY EVOLUTION OF SCIENTIFIC VIEWS ON CAUSES OF THE NATURAL TREELESSNESS OF STEPPES <i>Grosheva O.A.</i>	1560
--	------

Agricultural sciences

FACTOR CONTRIBUTION INTO SEA BUCKTHORN PLANTING MATERIAL THE MAIN BIOMETRIC AND QUALITY INDICES FORMATION WITH PEAT-ZEOLITE FERTILIZERS USE <i>Kuprina M.N.</i>	1564
--	------

THE USE OF THE REGRESSION ANALYSIS TO STUDY THE IMPACT
OF SOLAR HEAT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT
OF ELM'S SEEDLINGS IN FOREST NURSERIES

Morozova E.V., Iozus A.P.1570

Pharmaceutical sciences

SYNTHESIS AND ANTI-HCV ACTIVITY OF NOVEL 1-[4-(PHENOXY)BENZYL]-DERIVATIVES
OF 5-PHENYLAMINOURACIL

Gureeva E.S., Babkov D.A., Ozerov A.A., Novikov M.S.1574

Economic sciences

TRANSFORMATION OF THE INDUSTRY
IN THE BORDER REGION OF THE RUSSIAN FAR EAST

Anosova S.V.1579

MECHANISM OF ACCOUNT INNOVATIVE ACTIVITY
IN AGRICULTURAL ORGANIZATIONS

Bortnikova I.M.1585

THE DEVELOPMENT OF THE STANDARD METHOD
OF COST ACCOUNTING IN MODERN CONDITIONS

Getgafova I.Y., Shogentsukova Z.K., Nagoev A.B.1589

TO THE QUESTION OF THE TAXATION
OF THE PRESTIGIOUS CONSUMPTION IN RUSSIA

Gladkovskaya E.N.1594

THE TECHNOLOGICAL PLATFORM «MEDICINE OF THE FUTURE»
AS AN ECONOMIC GROWTH INSTRUMENT

Gustap N.N.1599

CONCEPTUAL MODEL OF THE EFFICIENCY ASSESSMENT
OF INNOVATIVE ACTIVITY

Emelyanov O.O.1604

THE EFFICIENCY OF TARGET PROGRAMS
IN THE SPHERE OF INFRASTRUCTURAL DEVELOPMENT

Knyazeva I.V.1609

Pedagogical sciences

ELECTIVE COURSE «THEORY OF STOCHASTIC PROCESSES»
AS MEANS TO INCREASE THE LEVEL OF PROFESSIONAL EDUCATION
OF BACHELORS IN APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Samsonova S.A.1614

Historical sciences

PROBLEMS OF JUSTICE REFORM SIBERIAN END
OF XIX CENTURY IN ASSESSMENTS CONEMPORARIES

Malysheva E.V.1617

Philological sciences

LEXICAL LEVEL OF THE CONCEPTUAL FIELD HOPE DISCOURSE ANALYSIS (ON THE MATERIAL OF CORPUS TEXTS) <i>Balashova E.Y.</i>	1622
THE PECULIARITIES OF THE CONCEPT «DEATH» REPRESENTATION IN PHRASEOLOGICAL UNITS OF THE ENGLISH LANGUAGE <i>Vykhrystyuk M.S., Vychuzhanina A.Y., Nazmieva E.A.</i>	1626
DYNAMICS OF DEVELOPMENT OF UNIVERBS' THEMATIC GROUPS IN RUSSIAN LANGUAGE <i>Dozorova D.V.</i>	1631
TRIUMPH OF SPIRIT AND SUBDUING OF FLESH IN A SERIES OF MARINA TSVETAeva «FOR LIFE» <i>Mokshina S.R.</i>	1636
<i>RULES FOR AUTHORS</i>	1639

УДК 681.5.013

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРО-НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Андриевская Н.В., Резников А.С., Черанев А.А.

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: nataly-anv@mail.ru*

Современный подход к задачам синтеза систем автоматического управления сложными динамическими объектами предполагает использование аппарата нечеткой логики и искусственных нейронных сетей. Применение нечеткой логики позволяет обеспечить формализацию сложного объекта на уровне относительно простых правил, а использование нейронных сетей обеспечивает адаптивность систем управления. Совместное использование аппарата нечеткой логики и искусственных нейронных сетей позволяет решить большой круг задач автоматического управления: задачи синтеза, идентификации, адаптивного и робастного управления и другие. В статье представлен аналитический обзор нейро-нечетких моделей с целью использования в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления. Рассмотрены достоинства и недостатки нейро-нечетких моделей как с точки зрения реализации алгоритмов обучения, так и с точки зрения применимости для решения задач управления: синтеза, анализа, идентификации.

Ключевые слова: нечёткая логика, функции принадлежности, правила вывода, нейронные сети, нейро-нечёткие модели, алгоритм обучения, системы автоматического управления

FEATURES OF APPLICATION OF NEURO FUZZY SYSTEMS IN SYSTEMS OF AUTOMATIC CONTROL

Andrievskaya N.V., Reznikov A.S., Cheranev A.A.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: nataly-anv@mail.ru

Development of intellectual control systems is a modern method of synthesis of systems of automatic control. The modern approach to the synthesis tasks involves the use of Fuzzy Logic and Neural Networks. Application of Neuro Fuzzy Systems allows to solve a problem of synthesis of adaptive systems of automatic control in the conditions of uncertainty. Fuzzy Logic application provides the complex object formalization at the level of relatively simple rules, whereas the Neural Networks usage ensures control systems adaptability. The article is devoted to the analytical review of Neuro Fuzzy Systems aimed to their usage for systems of automatic control analysis and synthesis. The Neuro Fuzzy Systems benefits and pitfalls are studied both from the point of view of algorithms implementation and their use for solving the control tasks of synthesis, analysis and identification. This article presents models of Neuro Fuzzy Systems: ANFIS, FALCON, GARIC, NEFCON, FUN.

Keywords: fuzzy logic, fuzzification, membership function, fuzzy rules, neural networks, neuro-fuzzy system, learning procedure, systems of automatic control

Одним из современных методов синтеза систем автоматического управления (САУ) является синтез интеллектуальных САУ [2]. Особенность систем данного класса заключается в использовании нейросетевых структур и нечеткой логики для управления сложными динамическими объектами, способных функционировать в условиях неопределенности математического описания объекта управления. Под неопределенностью в данном случае понимается неопределенность, обусловленная как недостатком информации, необходимой для получения количественного описания протекающих в системе процессов, так и сложностью объекта управления. Применение классических методов синтеза, как правило, предполагает, что объекты управления описываются линейными динамическими звеньями невысокого (обычно не выше третьего) порядка. Указанное допущение часто приводит к тому, что классические регуляторы на практике не обеспечивают заданные показатели качества управления.

Интеллектуальные САУ, использующие аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) и нечеткую логику, позволяют проводить идентификацию сложных нелинейных динамических объектов и синтезировать для них нелинейные законы управления, что дает возможность решать рассматриваемую задачу синтеза САУ в условиях неопределенности на основе имеющихся экспериментальных данных, полученных на объекте. Применение ИНС в задачах синтеза САУ имеет существенный недостаток: информацию об объекте управления нейронная сеть получает в процессе обучения, а для этого необходим большой объем экспериментальных данных. Избежать данного недостатка возможно путем применения структур нечеткой логики, позволяющей обеспечить формализацию качественных, размытых в смысловом отношении, понятий и связей. На основе методов нечеткой логики удастся проектировать САУ [1], способные эффективно функционировать в условиях

наличия информации об объекте управления лишь качественного характера.

Нейро-нечеткие модели могут быть реализованы несколькими способами. В простейшем случае совместную модель [5, 7] можно рассматривать, как препроцессор, где механизм обучения искусственной нейронной сети (ANN) определяет правила нечеткого вывода (FIS). Как только параметры FIS определяются, ANN работает в обычном режиме (рис. 1). Функции принадлежности обычно аппроксимируются нейронной сетью из обучающих данных.

Другой подход в реализации нейро-нечетких моделей – это параллельная модель [5], которой нейронная сеть помогает нечеткой системе определить требующиеся параметры, особенно если входные переменные системы не могут быть непосредственно измерены. Обучение происходит только в нейронной сети, и нечеткая система остается неизменной. В некоторых случаях

нечеткие выходы не могут быть непосредственно применены к процессу. В этом случае нейронная сеть может действовать как постпроцессор нечетких выходов. На рис. 2 представлена параллельная нейро-нечеткая модель, в которой входные данные подаются на нейронную сеть, а выход из нейронной сети дополнительно обрабатывается с помощью нечеткой системы.

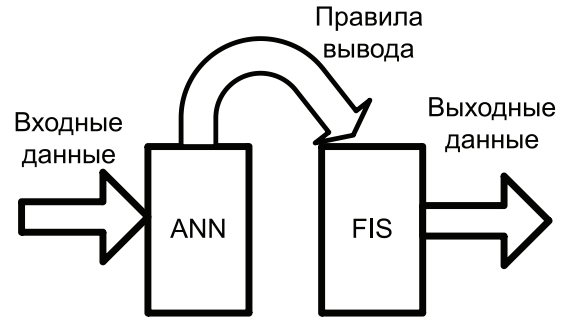


Рис. 1. Совместная нейро-нечеткая модель

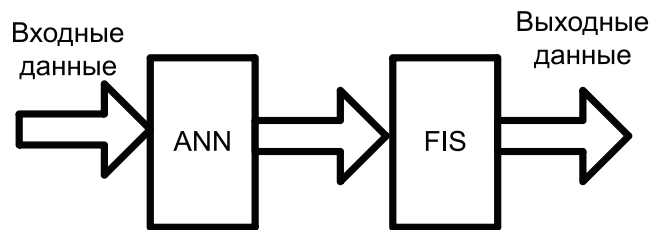


Рис. 2. Параллельная нейро-нечеткая модель

Наиболее распространенной являются интегрированные модели, в которых обучающий алгоритм нейронной сети используется для определения параметров системы нечеткого вывода. Нечеткая система вывода и соответствующие функции принадлежности базируются на априорных знаниях системы. С другой стороны, механизм обучения нейронной сети не зависит от априорной информации, а является стандартным для выбранной архитектуры искусственной нейронной сети.

Принцип функционирования нейро-нечеткой модели в задачах автоматического управления может быть иллюстрирован на примере наиболее распространённой модели ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System) [3]. ANFIS – адаптивная сеть нечеткого вывода реализует нечеткую систему Такаги – Сугено и представляет собой пятислойную нейронную сеть прямого распространения сигнала (рис. 3).

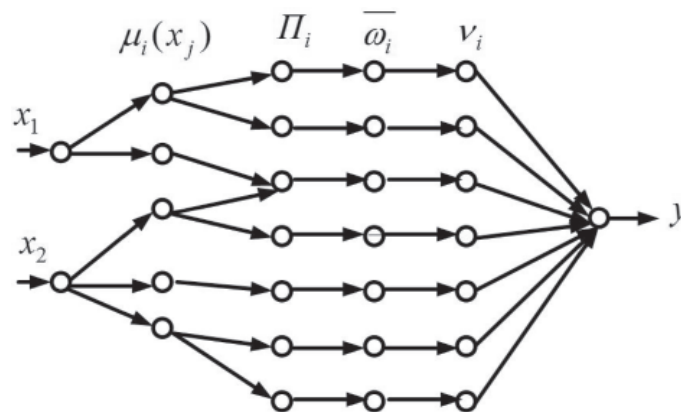


Рис. 3. Структура ANFIS-сети

Входные переменные модели x_1 и x_2 – управляемые переменные (на практике чаще всего применяется рассогласование между заданным и текущим значением управляемой переменной), выходные переменные y – управляющее воздействие.

Первый слой определяет нечеткие термы входных параметров. Выходы узлов этого слоя представляют собой значения функции принадлежности при конкретных значениях входов $\mu_i(x_j)$.

Второй слой определяет посылки нечетких правил. Данный слой – неадаптивный. Каждый узел этого слоя соответствует одному нечеткому правилу. Узел второго слоя соединен с теми узлами первого слоя, которые формируют предпосылки соответствующего правила. Выходами узла ω_i является степень выполнения правила, которая рассчитывается как произведение входных сигналов.

Третий слой осуществляет нормализацию степеней выполнения правил

$$\bar{\omega}_i = \frac{\omega_i}{\sum \omega_i}$$

Неадаптивные узлы этого слоя рассчитывают относительный вес выполнения нечеткого правила.

Четвертый слой определяет вклад каждого нечеткого правила в выход сети. Узел четвертого слоя рассчитывает вклад нечеткого правила v_i в выход сети.

Пятый слой формирует управляющий сигнал

$$y = \sum y_i.$$

Выбор нейро-нечетких моделей осуществляется в зависимости от класса решаемых задач. Так, для интеллектуального управления наибольшее применение получили модели ANFIS, FALCON, GARIC, NEFCON, FUN. Рассмотрим особенности каждой из моделей.

ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System) – адаптивная сеть нечеткого вывода реализует нечеткую систему Такаги – Сугено и представляет собой пятислойную нейронную сеть прямого распространения сигнала.

Структура ANFIS гарантирует, что каждый лингвистический термин представлен только одним нечетким множеством. Процедура обучения из ANFIS не имеет ограничений на модификацию функций принадлежности. Из-за высокой гибкости адаптивных сетей ANFIS может иметь множество вариантов исполнения и реализации алгоритмов адаптивного управления в системах автоматического управления.

Модель FALCON (Fuzzy Adaptive learning Control Network) [8] имеет пятислойную архитектуру и реализует тип нечеткого вывода Мамдани (рис. 4). Структура приведена для объекта управления с двумя входными и одним выходным сигналом.

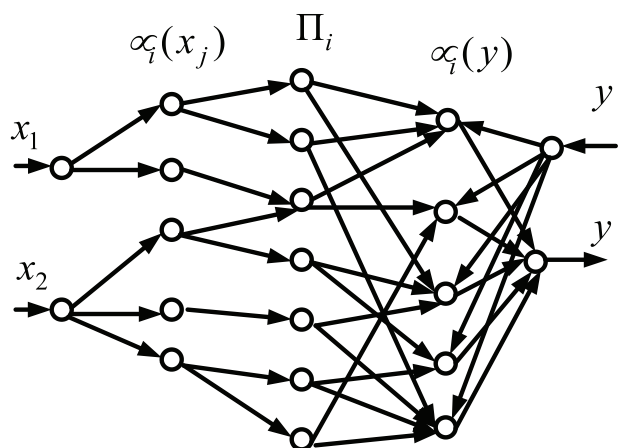


Рис. 4. Структура FALCON-сети

Первый скрытый слой отвечает за фазификацию каждой входной переменной. Второй скрытый слой определяет предпосылки правила с последующим следствием из правил в третьем скрытом слое. FALCON использует двухэтапный алго-

ритм, состоящий из обучения без учителя и параметрической оптимизации на основе метода градиентного спуска. На первом этапе параметры функции принадлежности определяются самоорганизующимися методами обучения аналогично статистическим

методам кластеризации. После того определяются правила-предпосылки. После определения нечеткой базы правил устанавливается вся структура сети. Второй этап обучения осуществляет настройку параметров входа и выхода оптимальных функций принадлежности. Алгоритм обратного распространения используется для обучения с учителем. Такие свойства модели FALCON делают ее особо ценной для задачи параметрической идентификации в адаптивных САУ с настраиваемой моделью.

GARIC (Generalized Approximate Reasoning based Intelligent Control) является пятислойной сетью. GARIC использует минимаксный метод для вычисления выходных правил. Для этого метода необходимо четкое выходное значение из каждого правила. Следовательно, выводы должны быть дефазифицированы, прежде чем они накопятся в конечное выходное значение контроллера. GARIC в качестве алгоритма обучения использует метод градиентного спуска и обучения с учителем. Обучение останавливается, если выходной сигнал сети прекращает изменяться. Относительно сложная процедура обучения и архитектура являются основными недостатками GARIC, но несмотря на это модель GARIC обеспечивает наилучшие показатели качества в системах автоматического управления.

Алгоритм обучения для NEFCON (Neuro-Fuzzy Control) [5, 6] способен распознавать нечеткие множества, а также нечеткие правила реализации типа систем нечеткого вывода Мамдани [4, 5]. Особенностью NEFCON является то, что связи взвешиваются с нечеткими множествами вместо действительных чисел. NEFCON использует инкрементный или декрементный алгоритм обучения базы правил и алгоритм обратного распространения для обучения нечетких множеств. Система NEFCON способна встраивать ранние знания, а также обучаться с нуля, что делает ее особенно ценной в задачах синтеза с объектом «черный ящик». Производительность системы очень сильно зависит от эвристических факторов, таких как скорость обучения, меры ошибки и т.д.

FUN (Fuzzy Net) состоит из входа, выхода и трёх скрытых слоёв. Настройка FUN начинается с фиксированного количества правил и фиксированного количества нечетких множеств для каждой переменной. Далее используется стохастическая процедура, которая изменяет параметры функций принадлежности и связи в структуре сети. Процесс обу-

чения приводится в действие функцией изменения, которая вычисляется после случайной модификации. FUN может обучаться по стандартным нейронным стратегиям обучаемых сетей или обучаться с учителем. Основная особенность модели FUN состоит в том, что алгоритм перестройки связей и изменения параметров функций принадлежности носит случайный характер. Это означает, что и производительность модели будет носить случайный характер. Поэтому данная модель не может быть применена в системах управления реального времени.

Анализ существующих нейро-нечетких моделей показал, что выбор типа модели зависит от многих факторов. В качестве ориентира используются для повышения «интеллекта»: быстрота обучения, онлайн адаптивность, достижение глобального уровня ошибок и недорогие вычисления. Как правило в качестве нечетких моделей выбираются модели Мамдани или Сугено. Нечёткие системы типа Сугено являются высокопроизводительными, но часто требуют сложных процедур обучения. Нечёткие системы типа Мамдани используют более быстрые эвристические методы, но с потерей в производительности. Многие нейро-нечёткие модели используют контролируемые и неконтролируемые методы для распознавания различных параметров системы вывода. Проблемным является процесс обучения, который не гарантирует оптимальность в глобальном смысле. Исследования показывают, что техника градиента спуска находит локальный оптимум. Применение глобальных процедур оптимизации позволяет предотвратить «попадания в ловушку» локального оптимума, но увеличивает трудоемкость алгоритма.

Таким образом, применение нейро-нечетких моделей в задачах синтеза систем автоматического управления наряду с явными достоинствами оставляет не полностью решенными многие проблемы, связанные с методологией анализа и синтеза рассматриваемых систем.

Список литературы

1. Андриевская Н.В., Хижняков Ю.Н., Южаков А.А. Нейронечеткое управление параллельной работой синхронных генераторов в сети конечной мощности // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. – № 11. – С. 35–39.
2. Интеллектуальные системы автоматического управления / Под ред. И.М. Макарова, В.М. Лохина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 576 с.
3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MatLab. – М.: Горячая линия, 2009 – 288 с.
4. Ajith Abraham, Adaptation of Fuzzy Inference System Using Neural Learning, Computer Science Department,

Oklahoma State University, USA, springer verlag berlin Heidelberg, 2005.

5. Ajith Abraham, Neuro Fuzzy Systems: state of Art Modelling Techniques, In proceedings of the sixth international work conference on Artificial and Natural Neural Networks, IWANN 2001, Granada, Springer Verlag Germany, pp. 269–276, June 2001.

6. Jos Vieira, Fernando, Morgado Dias, Alexandre Mota, Neuro-Fuzzy Systems: A Survey, 5th WSEAS NNA International Conference on Neural Networks and Applications, Udine, Italia, 2004.

7. Juang Chia Feng, Lin Chin Teng, An Online Self Constructing Neural Fuzzy Inference Network and its Applications, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol 6, № 1, pp. 12–32, 1998.

8. Lin, Chin-Teng and Lee, C.S. George. Neural Fuzzy Systems: A neural-fuzzy synergism to intelligent systems, New Jersey, Prentice-Hall, 1996.

References

1. Andrievskaya N.V., Hizhnjakov Ju.N., Juzhakov A.A. *Mehanotronika, avtomatizacija, upravljenje – Mechatronics, automation, control*, 2010, no. 11, pp. 35–39.

2. *Intellektualnye sistemy avtomaticheskogo upravleniya* [Intelligent automatic control system], Moscow, FIZMATLIT, 2001, 576 p.

3. Shtovba S.D. *Proektirovanie nechetkih sistem sredstvami MatLab* [Design of fuzzy systems by means of MatLab], Moscow, Hotline, 2009, 288 p.

4. Ajith Abraham, Adaptation of Fuzzy Inference System Using Neural Learning, Computer Science Department,

Oklahoma State University, USA, springer verlag berlin Heidelberg, 2005.

5. Ajith Abraham, Neuro Fuzzy Systems: state of Art Modelling Techniques, In proceedings of the sixth international work conference on Artificial and Natural Neural Networks, IWANN 2001, Granada, Springer Verlag Germany, pp. 269–276, June 2001.

6. Jos Vieira, Fernando, Morgado Dias, Alexandre Mota, Neuro-Fuzzy Systems: A Survey, 5th WSEAS NNA International Conference on Neural Networks and Applications, Udine, Italia, 2004.

7. Juang Chia Feng, Lin Chin Teng, An Online Self Constructing Neural Fuzzy Inference Network and its Applications, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 6, no. 1, pp. 12–32, 1998.

8. Lin, Chin-Teng and Lee, C.S. George. Neural Fuzzy Systems: A neural-fuzzy synergism to intelligent systems, New Jersey, Prentice-Hall, 1996.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

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

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 620.9

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ**Артемов С.А., Кычкин А.В.***ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: aleksey.kychkin@gmail.com*

Экономия энергии и ресурсов на предприятиях является основной мерой удешевления продукции. С увеличением необходимости в перемещении грузов и пассажиропотока проблема энергомониторинга для современного электрифицированного транспорта в целом стала актуальна. В связи с дороговизной и сложностью полноценных испытаний на реальных подвижных объектах в качестве полунатурной модели транспортного средства используется мобильная интеллектуальная платформа. Проведена формализация объекта и рассмотрена возможность применения методов энергомониторинга. Система энергомониторинга должна выполнять общие для всех платформ функции по сбору, хранению, обработке и передаче данных. Исполнение систем энергомониторинга различается по применению. Предложены три структуры систем энергомониторинга, описана работа систем, разобраны основные функциональные блоки систем, сформулированы достоинства и недостатки каждой из них.

Ключевые слова: энергомониторинг, мобильная платформа, система энергомониторинга**STRUCTURE DESIGN OF THE INFORMATION MEASUREMENT SYSTEM FOR MOBILE PLATFORM ENERGY MONITORING****Artemov S.A., Kychkin A.V.***Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: Art-sa@bk.ru*

Saving energy and resources at the enterprises is the main way to reduce the cost of production. With the increasing necessary the movement of goods and passenger traffic the problem energy monitoring for mobile platforms became relevant. Due to the high cost and complexity of high-grade test on the real mobile objects, as a model used mobile intelligent platform. Investigated object and considered the possibility of using energy monitoring system on it. Energy monitoring system must perform common functions for all platforms for the collection, storage, processing and transmission of data. Execution energy monitoring systems varies by application. Proposed three structures of the energy monitoring, describes the operation of systems, describes the main functional blocks of systems, formulated advantages and disadvantages of each.

Keywords: energy monitoring, mobile platform, energy monitoring system

В последнее время уделяется очень много внимания окружающей среде, а именно снижению воздействия факторов, которые её загрязняют. Одним из них являются выхлопные газы автомобилей. В связи с этим наметилась тенденция к экологически чистому транспортному средству, в рамках города – это городской электрифицированный транспорт. Специалисты утверждают, что электротранспорт может вытеснить дизельные автомобили уже в конце текущего десятилетия. Вследствие чего возникает ряд вопросов, связанных с эффективным использованием электроэнергии на электротранспортных средствах [9]. Ответы на вопросы можно получить при использовании системы энергомониторинга (СЭМ) [7] на модели электромобиля, в качестве которой выступает мобильная интеллектуальная платформа (МИП) [2].

Функции системы энергомониторинга

После рассмотрения существующих систем выделим требования и функции, которые должна выполнять СЭМ [8]: фиксация положения МИП на карте, её маршрута;

контроль уровня заряда батареи, потребляемого тока и скорости движения МИП; мониторинг погодных условий и др. Данные, полученные на основе выполняемых функций, должны быть наглядно представлены пользователю СЭМ.

В зависимости от вида платформы исполнение системы может быть трех типов, краткое описание которых представлено в таблице.

Объект энергомониторинга

Для обеспечения функции энергомониторинга возьмем МИП, представляющую собой четырехколесную платформу с приводом на все колеса. Исходя из концепции трехуровневой автоматизированной системы [3], структурная схема, представленная на рис. 1, содержит: первый – полевой подуровень, который включает в себя набор датчиков и исполнительных механизмов, второй – контроллерный подуровень включает в себя контроллер управления исполнительными органами, контроллер сбора данных и главный (интеллектуальный) контроллер. Третий уровень – система связи с оператором.

Описание структур систем энергомониторинга

Тип исполнения	Описание
Система навесного типа	Всё оборудование, необходимое для выполнения функций СЭМ, устанавливается поверх существующих сенсорной (СС) системы и системы управления (СУ) МИП
Интегрированная система	Для выполнения функций СЭМ используется оборудование СС МИП, а в СУ МИП встраивается ряд задач, которые выполняют функции СЭМ
Система смешанного типа	Для выполнения функций СЭМ используется оборудование МИП, а для выполнения задачи энергомониторинга используется отдельный контроллер

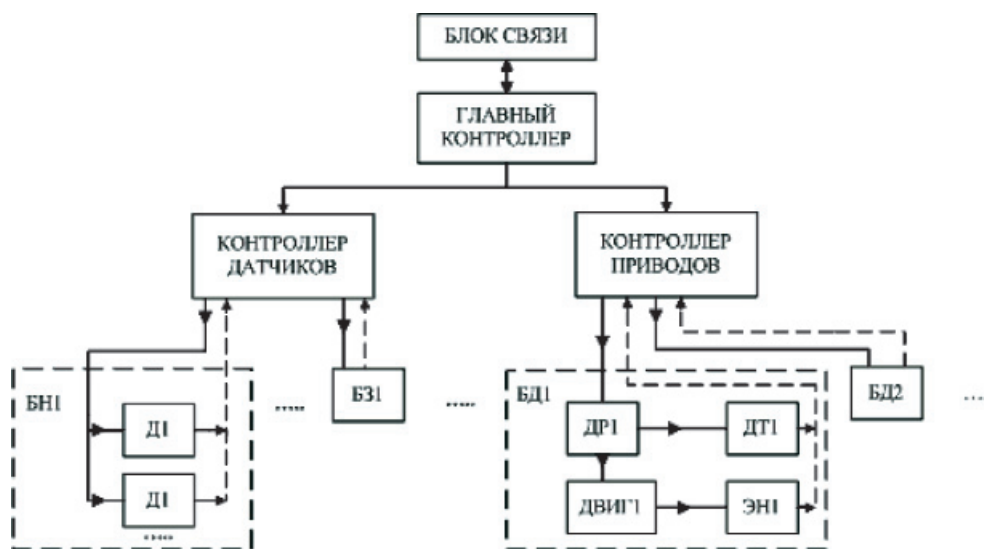


Рис. 1. Структурная схема мобильной платформы:

Д – датчик; БН – блок независимых датчиков; БЗ – блок зависимых датчиков; БД – блок двигателя; ДР – драйвер двигателя; Двиг – двигатель; ДТ – датчик тока; ЭН – энкодер

Для управления силовыми исполнительными механизмами в данной системе представлена типовая схема драйвера (рис. 2).

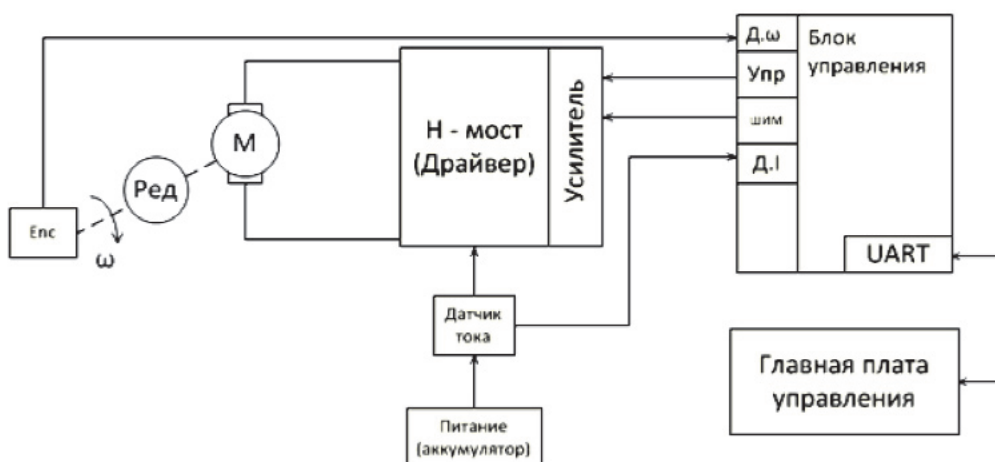


Рис. 2. Блок-схема управления силовыми механизмами платформы МИП

Для управления двигателем в схему включен Н-мост на силовых транзисторах. На вход с блока управления приходит сигнал направления вращения, разрешения вращения и выход ШИМ. В схеме организована обратная связь по току и по скорости

двигателя. В качестве датчика скорости применяется поворотный энкодер. Связь блока управления осуществляется по порту UART, через который отсылаются команды в блок управления.

Сенсорная подсистема – это совокупность измерительных средств и методов измерений робота, с помощью которых он не только ориентируется в пространстве, но и осуществляет контроль своего состояния и параметров окружающей среды [4].

Уровень дистанционного управления представлен автоматизированным рабочим местом, с которого и поступают команды на интеллектуальную систему управления, си-

стему управления исполнительными механизмами и систему управления сенсорами.

Разработка системы энергомониторинга МИП

Для решения проблемы энергомониторинга мобильной платформы были рассмотрены готовые решения для мобильных объектов. За основу готовой системы были взяты три варианта рассматриваемых систем.

Рассмотрим типовую схему информационно-измерительной и управляющей системы для энергомониторинга МИП [5], представленную на рис. 3.

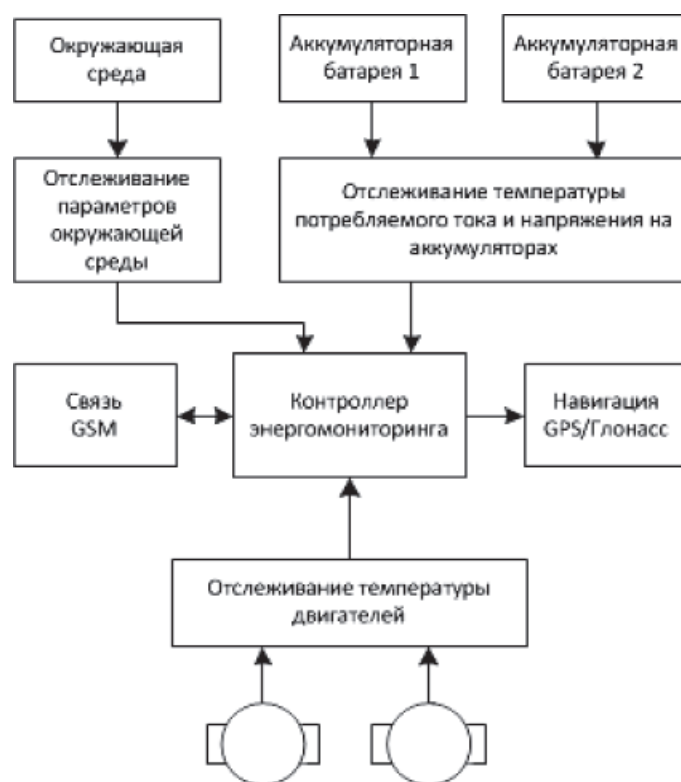


Рис. 3. Функциональная схема системы энергомониторинга

В системе имеются две батареи питания, у которых необходимо отслеживать температуру для коррекции емкости, напряжение и ток, за счет которых рассчитывается мощность. Для ввода корректирующих параметров и расчета энергопотребления необходимо отслеживать параметры окружающей среды. Чтобы рассчитать потребляемую мощность исполнительными органами, необходимо отслеживать так же параметры двигателей. Для связи с диспетчером применим GSM модуль. Чтобы отследить положение платформы, в системе предусмотрен GPS/Глонасс приемник.

Первый вариант системы рассматривается как полностью автономное решение, выполненное в виде навесного модуля и набора датчиков. Система состоит из двух аккумуляторных батарей робота, первая батарея предназначена для питания силовых нагрузок, представленных исполнительными механизмами, для управления логическими уровнями, они подключены через управляющие драйверы. Вторая батарея меньшей емкости предназначена для питания электроники, датчиков и других маломощных потребителей. Для отслеживания разряда батарей предусмотрены два

комплекта датчиков напряжения и тока, путем перемножения которых можно получить потребляемую мощность. Кроме этого, в системе предусмотрены датчики температуры аккумуляторных батарей, так как емкость батарей напрямую зави-

сит от температуры. Таким образом, в зависимости от данного параметра можно ввести поправочный коэффициент, на который будет умножаться номинальная емкость и с целью получения ее действительного значения.

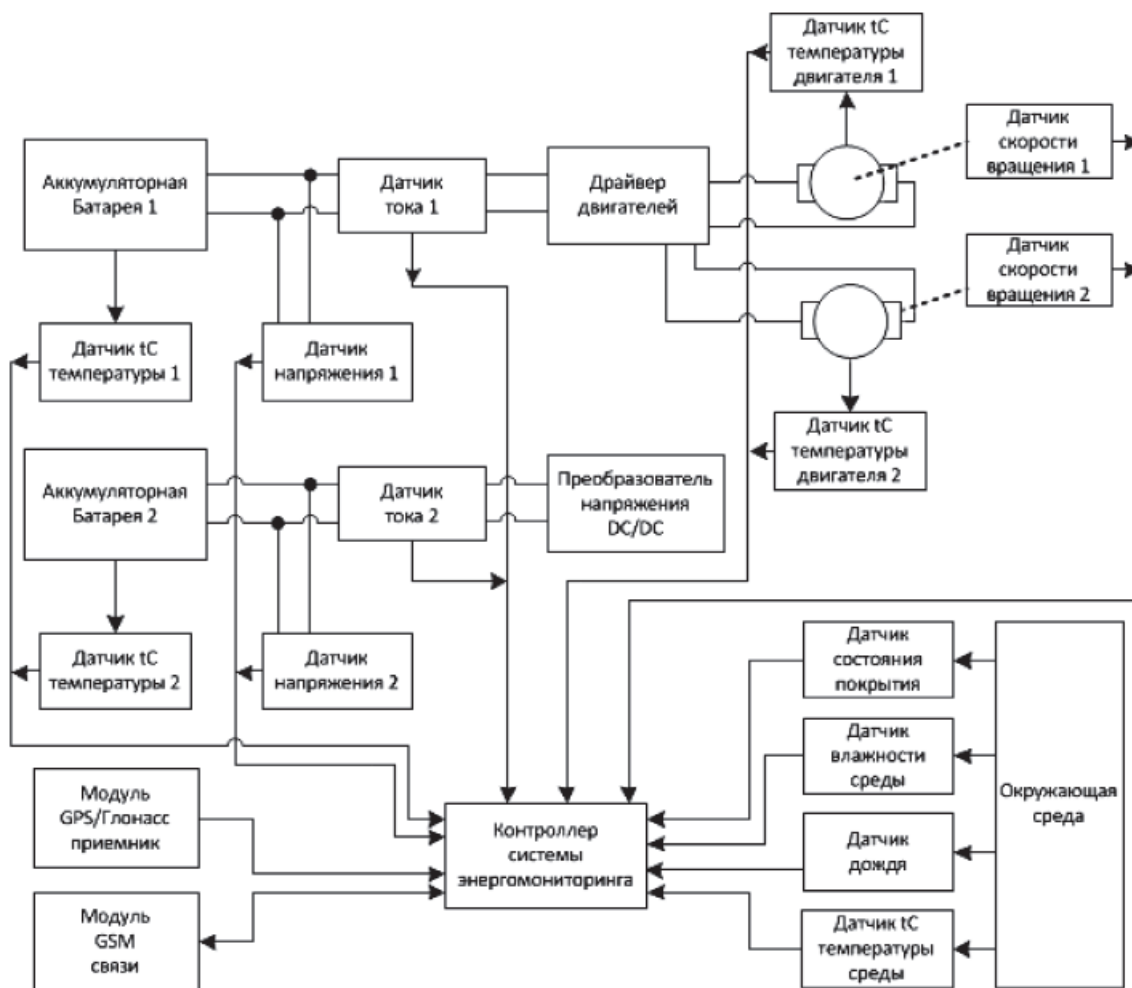


Рис. 4. Автономная система энергомониторинга

Для отслеживания энергопотребления исполнительных органов в системе предусмотрены датчики скорости вращения двигателей и датчики температуры, так как сопротивление обмоток двигателей напрямую зависит от их температуры, можно также ввести коэффициент поправки и спрогнозировать увеличение потребляемой мощности. Для отслеживания параметров окружающей среды установлены датчики температуры, влажности, дождя, состояния покрытия, от всех этих факторов также будет зависеть энергопотребление робототехнической платформы. Достоинствами применения данной системы являются: быстрдействие, отказоустойчивость

и способность к расширению, кроме того, мы получаем универсальную систему, которая может быть подключена в работу путем добавления. Недостатками являются: потребление энергии самой системой и обеспечение дополнительного пространства на объекте мониторинга.

Второй вариант системы – интегрированная система энергомониторинга. МИП имеет на борту различного рода датчики, которые также отслеживают параметры окружающей среды, скорость двигателей и характеристики аккумуляторных батарей. Наиболее рациональное решение – дополнить систему необходимыми датчиками и модулями, где функции

контроллера энергомониторинга вшиты в контроллер робототехнической системы. Таким образом, мы получаем систему, структурная схема которой схожа с системой навесного типа, при этом мы получаем экономию энергии и пространства, упро-

щаем систему в целом. Недостатки данной системы очевидны, путем переключивания функций и подключения дополнительных датчиков мы усложняем систему, уменьшаем ее надежность и перегружаем основной контроллер.

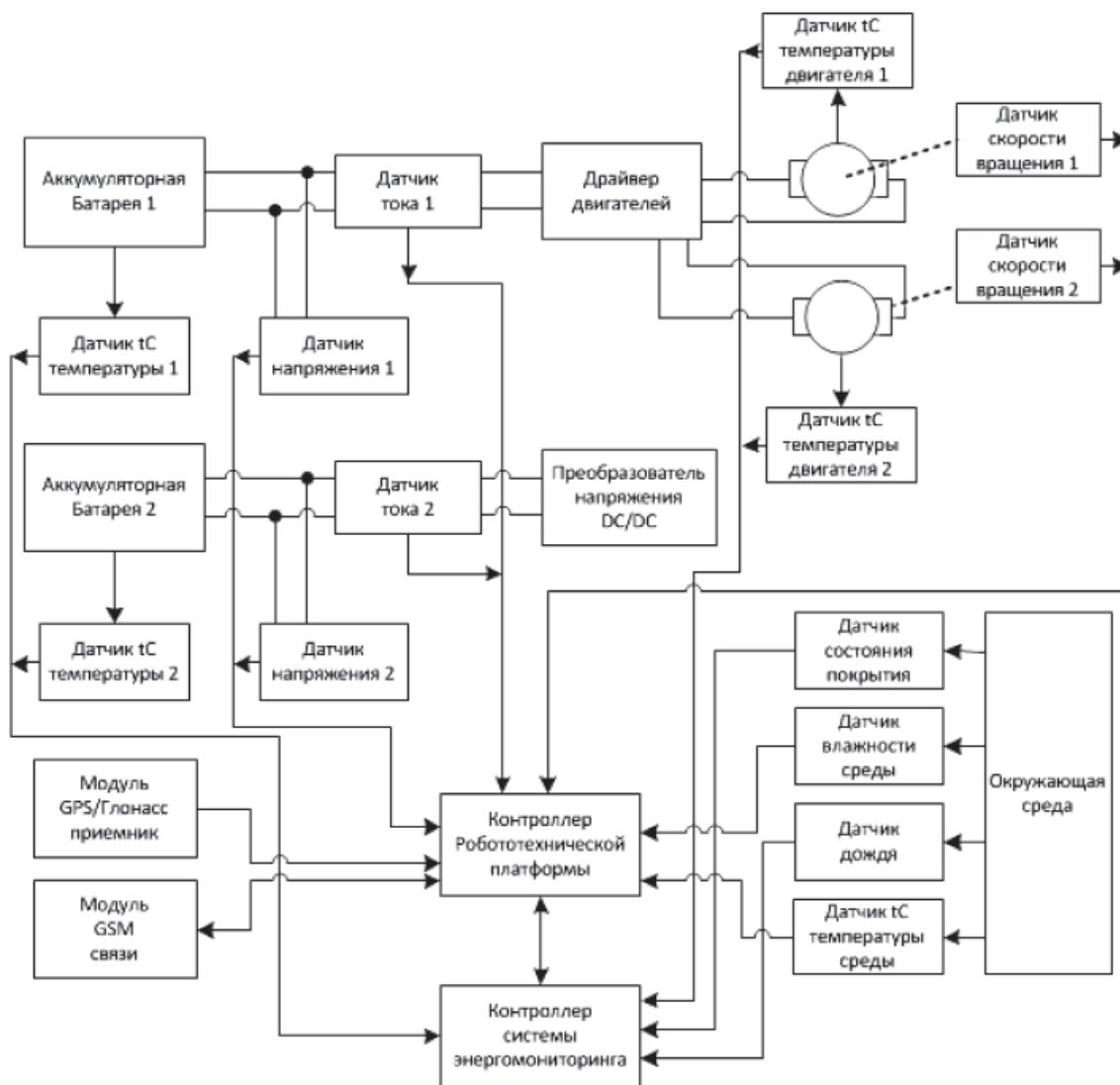


Рис. 5. Структурная схема системы смешанного типа

Третий вариант системы – система смешанного типа, в которой система энергомониторинга интегрирована в систему управления платформой (рис. 5).

Заключение

В предложенных вариантах структурной организации системы энергомониторинга мобильной платформы встроены датчики напряжения и тока, датчики отсле-

живания параметров окружающей среды, модули связи и навигации. Сбором и передачей измерительной информации управляет основной контроллер платформы, и при его дополнении модулями связи с удаленным сервером можно получить довольно гибкую и надежную систему энергомониторинга подвижного объекта, пригодную для системных исследований энергоэффективности для транспорта [1, 6].

Список литературы

1. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 5 (ч.4). – С. 697-701.
2. Костыгов А.М., Кычкин А.В. Структуризация удаленного мониторинга группы интеллектуальных подвижных платформ в реальном времени // *Датчики и системы*. – 2013. – № 9. – С. 65–69.
3. Кычкин А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // *Автоматизация и современные технологии*. – 2009. – № 1. – С. 15–20.
4. Кычкин А.В., Артемов С.А., Власов В.А. Модульная организация сенсорной и управляющей систем мобильной интеллектуальной платформы // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10–10. – С. 2147–2152.
5. Кычкин А.В., Артемов С.А., Власов В.А. Структурный синтез информационно-измерительной и управляющей системы мобильной платформы // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления*. – 2013. – Т. 1. – № 7. – С. 83–95.
6. Кычкин А.В., Хорошев Н.И., Елтышев Д.К. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента // *Энергобезопасность и энергосбережение*. – 2013. – № 5. – С. 12–17.
7. Кычкин А.В. Долгосрочный энергомониторинг на базе программной платформы OPENJEVIS // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления*. – 2014. – № 1 (9). – С. 5–15.
8. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 5–4. – С. 716–720.
9. Current Cost EnviR – мониторинг потребления электроэнергии. [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/127322/> (дата обращения: 14.09.2014).

References

1. Eltyshv D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
2. Kostygov A.M., Kychkin A.V. *Datchiki i sistemy – Sensors and Systems*. 2013. no. 9. pp. 65–69.
3. Kychkin A.V. *Avtomatizacija i sovremennye tehnologii – Automation and modern technology*. 2009. no. 1. pp. 15–20.
4. Kychkin A.V., Artemov S.A., Vlasov V.A. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*. 2013. no. 10–10. pp. 2147–2152.
5. Kychkin A.V., Artemov S.A., Vlasov V.A. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija – PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems*.
6. Kychkin A.V., Khoroshev N.I., Eltyshv D.K. *Jenergo bezopasnost' i jenergosberezenie – Science and practice in energetic*, 2013, no. 5, pp. 12–17.
7. Kychkin A.V. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija – PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems*. – 2014. – no. 1 (9). – pp. 5–15.
8. Khoroshev N.I., Eltyshv D.K., Kychkin A.V. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 716–720.
9. *Current Cost EnviR – monitoring of electricity consumption*. [Electronic resource]. URL: <http://habrahabr.ru/post/127322/> (accessed at 14.09.2014).

Рецензенты:

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Щербинин А.Г., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Конструирование и технологии в электротехнике», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 681.5:62-52

НЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕАГЕНТА УЧЕБНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бочкарев С.В., Даденков Д.А., Каверин А.А., Черемных Д.Н.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: kaa@msa.pstu.ru

Проведен анализ участка технологического процесса подготовки бумажной массы учебно-экспериментальной установки целлюлозно-бумажного производства. Выделены локальные контуры регулирования и показана особая значимость контура регулирования концентрации. В результате проведенных исследований предложена концепция построения нечеткой системы управления для контура подготовки реагента, имитирующего бумажную массу. В рамках проектирования составлена база нечетких правил для входных и выходных лингвистических переменных и на основе которой разработаны функции принадлежности. Для исследования и анализа предлагаемой системы управления выполнено моделирование участка подготовки бумажной массы в среде *Matlab/Simulink*. В результате анализа системы регулирования получены графики переходных процессов концентрации при изменении задающих и возмущающих воздействий. Результаты имитационного моделирования показали, что спроектированный нечеткий регулятор позволяет поддерживать концентрацию реагента перед напорным ящиком в заданных пределах и с необходимой точностью и качеством регулирования. Моделирование системы управления в среде *Matlab/Simulink* и на экспериментальной установке позволит выполнять исследование технологического процесса и отдельных контуров системы управления непосредственно перед реализацией в реальном производстве.

Ключевые слова: нечеткий регулятор, функция принадлежности, база нечетких правил, локальный контур регулирования

FUZZY REAGENT CONCENTRATION CONTROL SYSTEM OF A TRAINING AND EXPERIMENTAL PLANT OF PULP AND PAPER PRODUCTION

Bochkarev S.V., Dadenkov D.A., Kaverin A.A., Cheremnykh D.N.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: kaa@msa.pstu.ru

The technological process area analysis of pulp preparing has been performed for a training and experimental plant of a pulp and paper production. Local control loops have been marked and a primary concern of a control concentration loop has been showed. The conception of a fuzzy control system for a reagent preparing loop has been proposed as a result of performed investigations. The fuzzy rules base for input and output linguistic variables has been composed as part of developments. Membership functions have been developed on the ground of fuzzy rules base. The Simulation of a pulp preparing area has been implemented in the *Matlab/Simulink* environment for a research and an analysis of an estimated control system. Diagrams of concentration transient process under variances of setting and perturbation actions have been procured in consequence of a control system analysis. Simulation results showed that the design fuzzy controller allowsto keep a reagent concentration before a head box under prescribed limits, a desire precision and a control performance. A simulation of control system by the *Matlab/Simulink* environment and an experimental plant will allowsto perform an investigation of technological process and certain control system loops before a realization in a live production.

Keywords: fuzzy controller, membership function, fuzzy rule base, local control loop

Технологические процессы производства бумаги осуществляются с помощью большого количества аппаратов непрерывного и циклического действия, различных по конструкции и принципам действия. В совокупности с большой протяженностью и разветвленностью самих процессов это подчеркивает сложность и многообразие решаемых задач в области автоматизации целлюлозно-бумажного производства. А как показывает практика, состав и конфигурация автоматизированных систем управления в первую очередь зависят от особенностей технологии изготовления бумаги [9].

Поскольку проводить экспериментальные работы на действующем оборудовании не всегда целесообразно, предлагается оп-

тимизировать отдельные технологические процессы производства бумаги, используя физические модели. Для этих целей была спроектирована специальная учебно-экспериментальная лабораторная установка [2]. В процессе разработки физической модели технологического процесса, близкого по характеристикам к производственной системе, была использована теория подобия [1], которая позволила задать и определить, насколько технологический процесс, протекающий в лабораторных условиях, близок производственному процессу. Создание физической модели для отдельного технологического процесса производства бумаги на основе теории подобия [3] позволяет путем моделирования полнее изучать протекание

процесса и проводить работы по поиску оптимальных решений при управлении технологическим оборудованием.

Материалы и методы исследования

Экспериментально-учебная установка [2], которая моделирует участок технологического процесса подготовки бумажной массы целлюлозно-бумажного производства, в настоящее время используется как в экспериментальных исследованиях с целью настройки и оптимизации систем автоматического управления, так и в учебном процессе, при организации лабораторных работ.

Конструктивно установка состоит из пяти емкостей, последовательно соединённых системой трубопроводов, имитирующих технологические бассейны реального технологического участка подготовки бумажной массы. Система трубопроводов содержит четыре сетевых насоса с частотно регулируемым электроприводом, ручные и регулирующие клапаны с электроприводом, трубчатый электронагреватель, датчики основных технологических параметров – расход, давление, концентрация. Все емкости снабжены датчиками уровня, системой защиты от перелива и соединены с дренажной системой слива массы через ручные вентили.

Совокупность локальных контуров регулирования можно принять за единое целое и описывать как некоторую систему, которая состоит из объекта регулирования и регулирующих устройств, которые воздействуют на параметры объекта через исполнительные механизмы.

Основой рассматриваемого технологического процесса установки является подача свежей воды в бассейн E4, где она смешивается с реагентом до получения концентрированного раствора и поступает в бассейн E2, где концентрированный раствор разбавляется до нужной концентрации для подачи в напорный ящик (НЯ) экспериментальной установки. Поэтому важнейшую роль в процессе приготовления концентрированного раствора играет контур разбавления свежей водой. Контур осуществляет стабилизацию подачи концентрированного раствора из емкости E4 в емкость E2 для разбавления до нужной концентрации. Следует отметить, что необходимо постоянно поддерживать концентрацию раствора перед напорным ящиком в заданных пределах, удовлетворяющих технологическому процессу подготовки бумажной массы.

В научно-исследовательских и учебных целях для контура регулирования концентрации независимо от остальных локальных контуров регулирования [4] было принято решение использовать нечеткий регулятор [6, 7, 5] для управления подачей требуемого концентрированного раствора в напорный ящик.

Для исследования и моделирования спроектированной системы регулирования концентрации была составлена модель системы трубопроводов рассматриваемого участка. Для получения модели был использован метод планирования эксперимента, на основе ортогонального центрального композиционного плана второго порядка [10]. Настройка параметров модели осуществлялась на основе экспериментальных данных, полученных непосредственно на действующей экспериментальной установке.

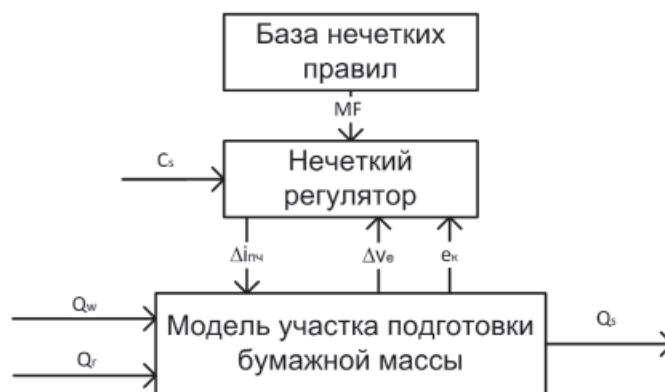


Рис. 1. Структура моделируемой системы управления:
 MF – функции принадлежности; C_s – заданная концентрация; $\Delta i_{нч}$ – ток задания частоты;
 ΔV_e – скорость изменения ошибки; e_k – ошибка между действительной
 и заданной концентрацией; Q_s – расход раствора в напорный ящик;
 Q_r – расход реагента; Q_w – расход свежей воды

На рис. 1 представлена структурная схема моделируемой системы управления. Регулирование объема подачи концентрированного раствора выполняется за счет регулирования частоты вращения насоса. Управление частотой осуществляется при помощи нечеткого регулятора, имеющего два входных канала и один выходной. На вход регулятора поступает сигнал рассогласования (e_k) между заданной массовой долей (C_s) и действительной массовой долей вещества в емкости E2, а также сигнал скорости изменения величины рассогласования

(ΔV_e). На выходе регулятора – управляющее воздействие в виде приращения величины аналогового задания тока ($\Delta i_{нч}$) на частотный преобразователь.

Основой нечеткой логики регулятора являются лингвистические переменные, которые описывают числовые величины при помощи словесного описания [7, 5]. Взаимосвязь между числовыми значениями и лингвистическими переменными регулятора осуществляется при помощи термов, графическое изображение которых приведено на рис. 2.

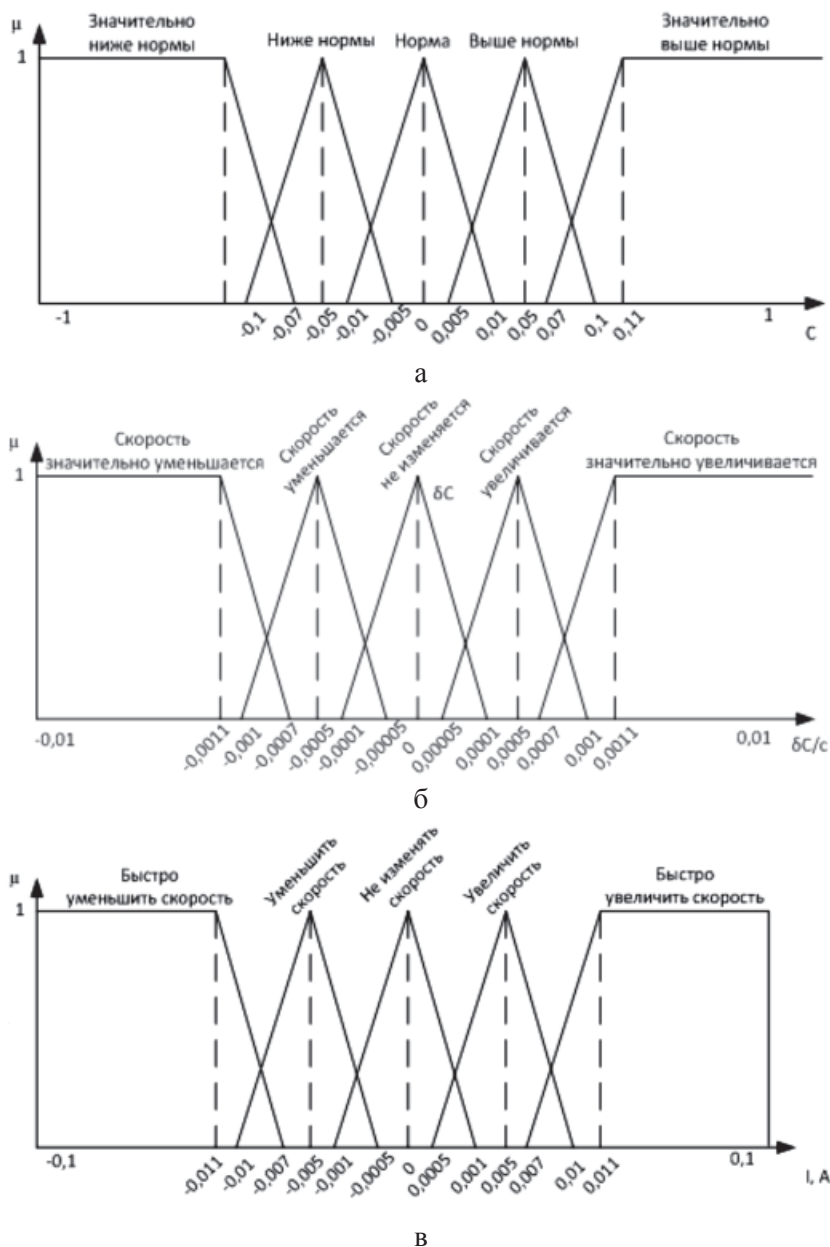


Рис. 2. Графическое представление функций принадлежности:
 а – величины ошибки сигнала; б – величины скорости изменения ошибки сигнала;
 в – изменения величины приращения тока задания

В таблице представлена нечеткая база правил, позволяющая связать между собой лингвистические переменные входных и выходной величин регулятора.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования разработана полная имитационная модель системы управления учебно-экспериментальной установки. Схема моделирования контура регулирования концентрации, выполненная в среде моделирования *Matlab/Simulink* [8], представлена на рис. 3.

Анализируя полученный график переходного процесса изменения концентрации (рис. 4), видно, что начиная с 0 по 3000-ю секунды происходит наполнение емкостей до заданного уровня и подготовка концентрированного раствора. Далее, продолжая с 3000-й секунды, начинается процесс разбавления концентрированного раствора до требуемой концентрации. Вместе с этим происходит откачка воды из емкости Е4 в напорный ящик, равная $1,6 \text{ м}^3/\text{с}$, что ускоряет процесс установления концентрации раствора до требуемой величины.

База нечетких правил

Приращение тока задания частоты вращения		Скорость изменения ошибки				
		Сильно растёт	Растёт	Не изменяется	Падает	Сильно падает
Ошибка между заданной и действительной величиной	Много больше	Сильно увеличить	Сильно увеличить	Увеличить	Увеличить	Не изменять
	Больше	Сильно увеличить	Увеличить	Увеличить	Не изменять	Уменьшить
	Норма	Сильно увеличить	Увеличить	Не изменять	Уменьшить	Сильно уменьшить
	Меньше	Сильно уменьшить	Уменьшить	Уменьшить	Не изменять	Увеличить
	Много меньше	Сильно уменьшить	Сильно уменьшить	Уменьшить	Уменьшить	Не изменять

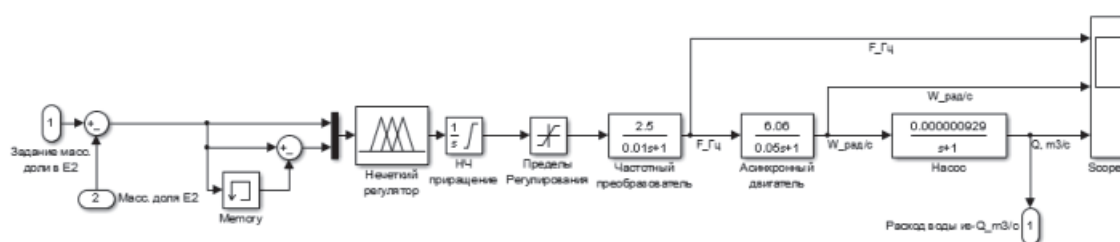


Рис. 3. Контур регулирования концентрации

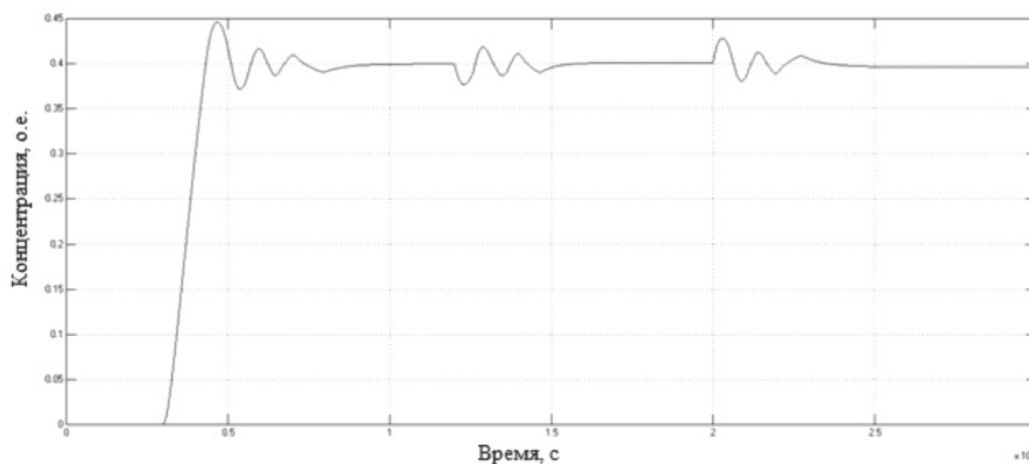


Рис. 4. Результаты моделирования контура регулирования концентрации

В начальный момент времени возникает перерегулирование равное 10% от заданной величины. В момент времени 12000 секунд в качестве возмущающего воздействия был увеличен расход массы в НЯ на величину в 0,5 м³/с, а на 20000-й секунде было подано аналогичное отрицательное воздействие. Оба момента времени вызывают небольшой колебательный процесс с перерегулированием около 5% с установлением заданной величины концентрации. Время колебательного процесса и величина перерегулирования

могут быть уменьшены в результате корректировки базы нечетких правил или термов.

Заключение

В ходе проведенных исследований была предложена система нечеткого управления для контура приготовления концентрированного раствора учебно-экспериментальной установки. Данный контур играет важную роль в процессе подготовки раствора для подачи в напорный ящик. Как показывают результаты имитационного

моделирования, спроектированный нечеткий регулятор позволяет поддерживать концентрацию раствора перед напорным ящиком в заданных пределах и плавно обрабатывать возмущающие воздействия по расходу реагента напорным ящиком. Моделирование участка подготовки бумажной массы в среде *Matlab/Simulink* и на экспериментальной установке позволяет выполнять исследования технологического процесса и системы управления непосредственно перед реализацией в реальном производстве.

Список литературы

1. Веников В.А., Веников Г.В. Теория подобия и моделирования: учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 1984. – С. 157.
2. Даденков Д.А., Поносова Л.В., Петроченков А.Б., Друзьякин И.Г., Лейсле А.Г. Разработка экспериментальной установки имитации работы контуров регулирования технологических процессов производства бумаги предприятия ООО «Пермский картон» // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. – 2010. – С. 196–206.
3. Даденков Д.А., Поносова Л.В., Друзьякин И.Г., Петроченков А.Б. Анализ методов решения задачи подобия технологических процессов производства бумаги в экспериментальных и производственных условиях // Научные исследования и инновации. – 2012. – № 1–4. – С. 175–184.
4. Даденков Д.А., Черемных Д.Н., Честиков А.П. Синтез и моделирование локальных контуров регулирования учебно-экспериментальной установки целлюлозно-бумажного производства // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – Т. 1. – № 7. – С. 131–142.
5. Костыгов А.М., Даденков Д.А., Каверин А.А. Нечеткая система управления движением мобильного робота // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 136.
6. Костыгов А.М., Кычкин А.В., Даденков Д.А., Каверин А.А. Нечеткое управление приводами колес мобильной интеллектуальной платформы при движении по заданной траектории // Электротехника. – 2013. – № 11. – С. 40–43.
7. Кычкин В.И., Кычкин А.В., Болотов Д.А. Прибор для оценки сцепных качеств дорожных покрытий на основе нечеткой логики // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2008. – № 11. – С. 19–23.
8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – С. 725.
9. Пиргач Н.С., Пиргач В.С. Автоматическое регулирование и регуляторы в целлюлозно-бумажной, лесохимической и деревообрабатывающей промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1983. – С. 264.

10. Сидняев Н. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – М.: Юрайт, 2013. – С. 400.

References

1. Venikov V.A., Venikov G.V. Teorija podobija i modelirovanija. [Similarity and modeling theory]. Moscow, Vysshajashkola, 1984. 157 p.
2. Dadenkov D.A., Ponosova L.V., Petrochenkov A.B., Druz'jakin I.G., Lejsle A.G. Jenergetika. Innovacionnye napravlenija v jenergetike. CALS-tehnologii v jenergetike – Energetics. Innovative directionin Energetics. 2010. pp. 196–206.
3. Dadenkov D.A., Ponosova L.V., Druz'jakin I.G., Petrochenkov A.B. Nauchnye issledovanija i innovacii – Scientific researches and innovation, 2012, no. 1–4, pp. 175–184.
4. Dadenkov D.A., Cheremnyh D.N., Chestikov A.P. Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija – Bulletin of perm national research polytechnic university. Electronics, informational technology, control systems, 2013. no. 7, pp. 131–142.
5. Kostygov A.M., Dadenkov D.A., Kaverin A.A. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija – Modern Problems of Science and Education, 2013, no. 5, pp. 136.
6. Kostygov A.M., Kychkin A.V., Dadenkov D.A., Kaverin A.A. Jelektrotehnika – Electrical technology, 2013, no. 11, pp. 40–43.
7. Kychkin V.I., Kychkin A.V., Bolotov D.A. Mehatronika, avtomatizacija, upravlenie – Mechatronics, automation, control. 2008, no. 11, pp. 19–23.
8. Leonenkov A.V. Nечetkoe modelirovanie v srede MATLAB ifuzzy TECH. [Fuzzy simulation in MATLAB and fuzzyTECH environment]. St. Petersburg, BHV-Peterburg, 2003. 725 p.
9. Pirgach N.S., Pirgach V.S. Avtomaticheskoe regulirovanie i reguljatory v celljulozno-bumazhnoj, lesohimicheskoy i derevo obrabatyvajushhej promyshlennosti. [Automatic control and controller in pulp and paper, wood chemical and woodusing industry]. Moscow, Lesnaja promyshlennost', 1983. 264 p.
10. Sidnjaev N. Teorija planirovanija jeksperimenta i analiz statisticheskikh dannyh. [Theory of experimental design and static data analysis]. M.: Jurajt, 2013. 400 p.

Рецензенты:

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Цаплин А.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой общей физики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 620.9:620.9.004.18

МЕТОД ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Выгорова Е.А., Елтышев Д.К., Хорошев Н.И.

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: eltyshv@msa.pstu.ru, horoshev@msa.pstu.ru*

В статье предложен метод обеспечения интеллектуальной поддержки процессов энергетического менеджмента как одного из ключевых инструментов повышения энергоэффективности и конкурентоспособности отечественных предприятий. Метод основан на построении единого виртуального пространства исследуемых энергетических объектов с последующим моделированием и анализом особенностей и режимов их функционирования. Предполагается математическая формализация процессов, оказывающих влияние на параметры энергоэффективности объектов, и реализация полученных моделей в среде имитационного моделирования. Разработана функционально-логическая схема поддержки процессов энергетического менеджмента, которая базируется на интеграции с классической процедурой plan-do-check-act и интеллектуализации деятельности энергоменеджера в области выбора и планирования энергосберегающих мероприятий. Обозначены аспекты реализации функций виртуального пространства, используемых для моделирования и оценки состояния энергетических объектов в рамках предлагаемого метода.

Ключевые слова: энергетический менеджмент, энергетический объект, энергосбережение, автоматизация, принятие решений, прогнозирование, моделирование

METHOD OF INTELLIGENT SUPPORT FOR ENERGY MANAGEMENT

Ygolovala E.A., Eltyshv D.K., Khoroshev N.I.

*Perm National Research Polytechnic University, Perm,
e-mail: eltyshv@msa.pstu.ru, horoshev@msa.pstu.ru*

In the article a method of intelligent support for energy management as a key tool of increasing energy efficiency and competitiveness of domestic enterprises is proposed. The method is based on the construction of energy facilities integrated virtual environment followed by modeling and analysis of their operating features and modes. Mathematical formalization of the processes that influence the facilities energy efficiency parameters, and the implementation of the models obtained in the simulation environment is supposed. A functional-logical scheme for energy management support is developed. This scheme is based on the integration with the classical procedure of plan-do-check-act and intellectualization of energy manager activities for the selection and planning of energy saving measures. The aspects of implementing of the virtual space functions used for the modeling and evaluation of energy facilities state in the proposed method are denoted.

Keywords: energy management, energy facility, energy saving, automation, decision making, prognosis, simulation

Среди наиболее актуальных проблем в области построения отечественных систем энергетического менеджмента (ЭМ) в различных сегментах человеческой деятельности следует выделить высокую энергоёмкость процессов, связанных с производством, распределением и потреблением энергетических ресурсов; несовершенство методов и механизмов планирования и реализации энергосберегающих мероприятий и технологий; отсутствие квалифицированных специалистов в области системной реализации концепции энергосбережения, а также низкий уровень стандартизации процессов ЭМ [3, 9]. Кроме того, структура управления предприятием, а также отсутствие необходимого математического, алгоритмического и информационного обеспечения процессов ЭМ, как правило, не позволяют системно подходить к задачам повышения энергетической эффективности сложных, территориально распределенных объектов энергетической системы [4, 5, 8]. Поэтому разработка и усовершенствование

методов и средств поддержки процессов ЭМ являются значимым фактором развития современной энергетики.

Постановка задачи моделирования процессов ЭМ

Рекомендательный характер положений стандарта по разработке и внедрению систем ЭМ ISO 50001:2011 [12] обуславливает необходимость поиска эффективных решений с учетом международного опыта. Использование существующих частных концепций [4, 8, 9] далеко не всегда позволяет достичь стабильного количественного и качественного прироста энергоэффективности при их тиражировании на отечественных предприятиях. Требуются длительная практика внедрения, опыт эксплуатации и усовершенствования систем ЭМ, их адаптация к работе конкретных предприятий.

Повысить оперативность выполнения сформулированных требований, а также снизить стоимость возможных потерь от

нерационального применения технологий можно за счет предварительного анализа их эффективности с применением компьютерной имитации. С этой целью предлагается метод поддержки процессов ЭМ, основанный на построении виртуального пространства (ВП) исследуемых энергетических объектов в среде моделирования, введении математических моделей исследуемых элементов в пространство и анализе их поведения. Эффект в этом случае достигается за счет всесторонней оценки объектов с использованием единой виртуальной среды, способной к эволюционному развитию путем выявления оптимальных реализаций, предпосылок их возникновения, анализа применимости решений для аналогичных объектов или в смежных отраслях.

Метод поддержки процессов ЭМ

На рис. 1 приведена функционально-логическая схема поддержки процессов ЭМ, иллюстрирующая предлагаемый метод.

Согласно данной схеме реализация процессов ЭМ состоит в следующем. Команда энергоменеджеров (Э) проводит исследование энергетических объектов на предприятии, характеризующихся набором различных параметров (характеристик) $O = [o_1, o_2, \dots, o_N]$, формулирует энергетическую политику (совместно с руководством), осуществляет планирование мероприятий, их внедрение и сопровождение. Контроль процессов ЭМ производится на основе сравнения базового и текущего энергопотребления, величина которого определяется в результате мониторинга энергетических параметров объекта [10].

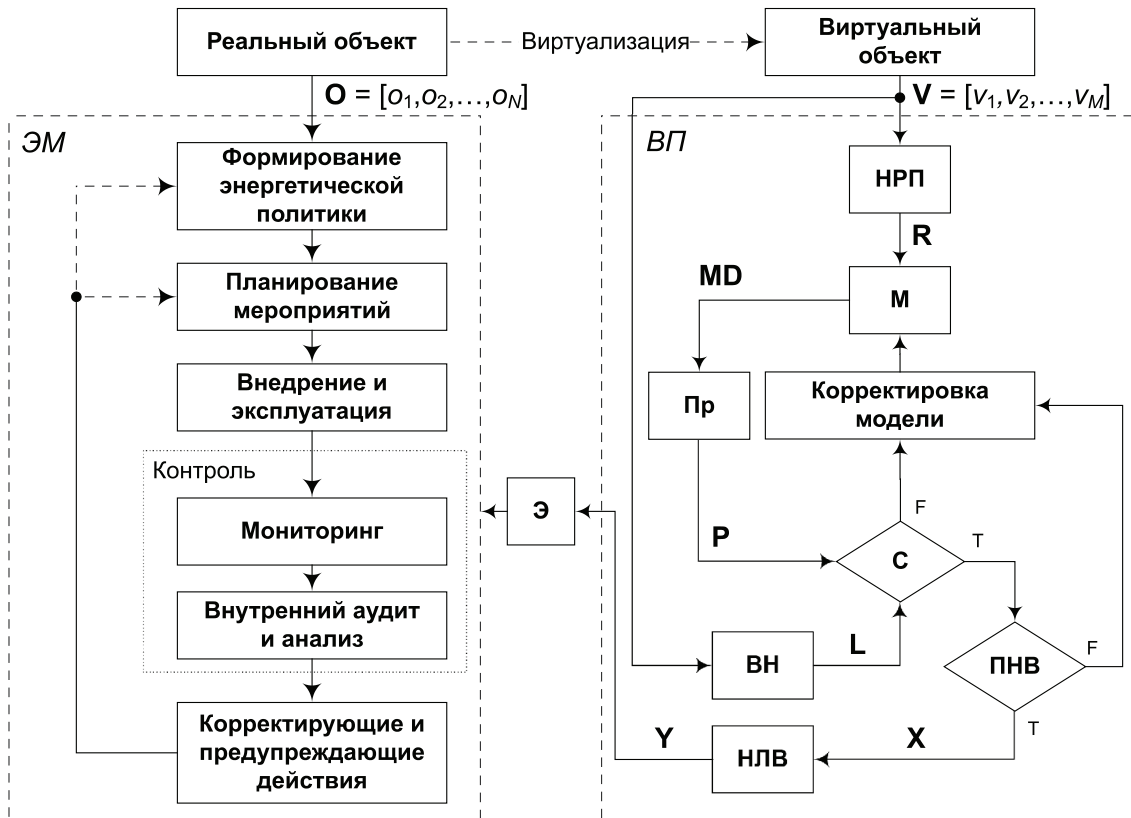


Рис. 1. Функционально-логическая схема поддержки процессов ЭМ

Поддержка процессов ЭМ, в первую очередь планирования энергосберегающих мероприятий, реализована на базе виртуальной среды ВП, в состав которой входят следующие функциональные блоки:

– автоматического настраиваемого расчета комплекса параметров (НПП) $R = [R_1, R_2, \dots, R_n]$ моделей, где n – количе-

ство структурных элементов, образующих объект исследования;

– математического моделирования (М);

– прогнозирования энергопотребления (Пр) на основе модельных данных $MD = [MD_1, MD_2, \dots, MD_q]$, где q – количество выходных параметров функции М, характеризующих работу как отдельных элементов объекта, так и объекта в целом;

– сравнения (С) значений прогнозных параметров $\mathbf{P} = [P_1, P_2, \dots, P_t]$ с нормативными $\mathbf{L} = [L_1, L_2, \dots, L_k]$, где t – общее количество энергопотребителей и k – количество групп однотипных энергопотребителей;

– выработки норм (ВН) энергопотребления на основе фактических технических данных $\mathbf{V} = [V_1, V_2, \dots, V_M]$ об исследуемом объекте, где M – количество структурных элементов объекта исследования и различных настроечных параметров виртуальной среды;

– проверки наличия вариантов (ПНВ) конфигураций моделируемого объекта и формирование параметров $\mathbf{X} = [X_1, X_2, \dots, X_s]$, характеризующих наиболее удачные конфигурации (альтернативы), s – общее количество удачных конфигураций объекта;

– нечеткого логического вывода (НЛВ), содержащего перечень ранжированных мероприятий $\mathbf{Y} = [y_1, y_2, \dots, y_h]$, используемых Э при принятии решений, в соответствии с выбранной оптимальной конфигурацией.

Остановимся на некоторых ключевых аспектах реализации обозначенных функций ВП.

Функция НРП обеспечивает настройку ВП и определение параметров, необходимых для последующего моделирования энергосистем и входящих в их состав отдельных элементов. Для снижения размерности потоков измерительной информации, получаемой с исследуемого объекта, используются механизмы сортировки и фильтрации.

Моделирование поведения исследуемых объектов и протекающих в них физических и других процессов, оказывающих влияние на параметры энергоэффективности, осуществляется по принципу статистической идентификации (измерения, отказы и др.), а также на базе общеизвестных математических зависимостей и вновь разрабатываемых моделей элементов энергосистемы (в том числе нечетких, нейросетевых и др.) [6]. При этом используемые модели, как правило, являются многофакторными (рис. 2).

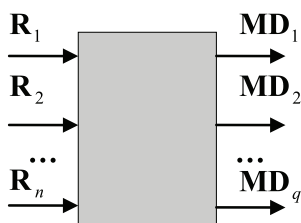


Рис. 2. Многофакторная модель энергетического объекта типа «черный ящик»: $\mathbf{MD} = f(\mathbf{R}_1, \mathbf{R}_2, \dots, \mathbf{R}_n)$ – вектор выходных параметров, характеризующих работу энергетических систем и их элементов; \mathbf{R}_i , $i = 1, \dots, n$, – комплекс входных параметров (в том числе расчетных)

Математическое моделирование, реализуемое на основе функционального блока М, является эффективным инструментом в руках энергоменеджера, который направлен на определение множества допустимых и недопустимых, в том числе по критерию энергоэффективности, режимов работы энергетических объектов.

Выходной информацией М является конфигурация энергосети \mathbf{MD} , содержащая как значения параметров отдельных моделей, так и структуру связей между ними. Конфигурации могут быть сгенерированы на основе генетических, комбинаторных и других методов [2], либо задаваться экспертом вручную, исходя из его опыта. При этом во избежание дублирования информации на этапе моделирования проверяется наличие конфигурации энергосети в базе данных.

Конкретному варианту конфигурации соответствует определенный уровень потребления используемых энергетических ресурсов. Для оценки и контроля энергоэффективности объектов определенной конфигурации осуществляется адаптивное прогнозирование [7] их энергопотребления \mathbf{P} (1)–(3), что позволяет имитировать в перспективе поведение реальных объектов и проверить корректность задания параметров математических моделей с целью выработки адекватных предупреждающих воздействий.

В ходе эксплуатации системы блок С осуществляет оценку степени отклонения значений параметров энергетического объекта \mathbf{P} на интервалах времени произвольной продолжительности от норм \mathbf{L} , формируемых функцией ВН для различных состояний его функционирования на различных этапах жизненного цикла, в том числе с учетом накопленной статистической информации о работе группы однотипных объектов. Дополнительной функцией С является фиксация в базе данных информации об удачных и неудачных вариантах конфигурации энергосети и всех результатов моделирования, которые учитываются на последующих итерациях поддержки процессов ЭМ.

Наличие альтернативных вариантов конфигураций исследуемого объекта проверяется при помощи функции ПНВ, результаты работы которой учитываются непосредственно на этапе корректировки модели и далее в М (рис. 1).

Заключительный этап интеллектуализации деятельности Э реализует функция НЛВ, которая обеспечивает поддержку при комплексной оценке фактической ситуации в области ЭМ и формировании многоаспектных заключений об альтернативных вариантах повышения энергоэффективности исследуемых энергетических объектов [1, 11].

Поскольку НЛВ осуществляет ранжирование альтернатив (исследуемых конфигураций энергосети) на основе множества критериев не только сугубо технического характера (например, энергопотребление, число часов безотказной работы и др.), но и экономического содержания, то конфигурация **MD** конкретного варианта также хранит в себе всю необходимую информацию о критериях, входящих в последующем в **X**.

В общей математической постановке структура причинно-следственных связей между вариантами повышения энергоэффективности и предпосылками к ним формализуется на основе нечеткой продукционной модели (НПМ), определяемой выражением [1, 11].

$$\mathbf{X} = \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_s\} \rightarrow \mathbf{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_h\}, \quad (1)$$

где $\mathbf{X} = \{\mathbf{X}_i\}$ – параметры удачных конфигураций моделируемого объекта в виде лингвистических переменных (ЛП) с нечеткими термами $\mathbf{A}_i = \{\mathbf{a}_i^1, \mathbf{a}_i^2, \dots, \mathbf{a}_i^d\}$; $\mathbf{Y} = \{y_j\}$ – множество оптимальных энергосберегающих решений в виде ЛП с нечеткими термами $S_j = \{a_j^1, a_j^2, \dots, a_j^H\}$; « \rightarrow » – обозначение процедуры логического вывода.

Поскольку объекты энергетики относятся к классу сложноформализуемых [1, 2, 7, 11], применимость НПМ связана с необходимостью формирования базы знаний (в том числе на основе опыта экспертов), а также с наличием достаточного количества статистической информации об объекте для обучения моделей и повышения их достоверности. Стоит сказать, что для выбора оптимальной конфигурации из множества альтернатив могут быть применены отдельные оптимизационные методы (генетические, нейросетевые, комбинаторные и др.). Однако использование для этой цели моделей НЛВ (1) позволяет решать как формализуемые, так и сложноформализуемые (с позиции построения целевой функции) задачи с сохранением высокой достоверности результатов и их представлением в интуитивно понятной для Э форме. Это достигается применением базы знаний как элемента ВП и ее адаптации к изменениям в процессах ЭМ путем ее расширения и оптимизации параметров функций принадлежности и весов импликативных правил на основе традиционных и гибридных подходов, что значительно расширяет возможности выработки оперативных рациональных решений в многофакторной среде.

Таким образом, у Э появляется возможность применять предлагаемый метод как интеллектуальное средство оптимизации

использования энергетических ресурсов на предприятии, то есть оказывать влияние на исполнение классических функций ЭМ [12] (рис. 1, блок «ЭМ»). При этом ВП работает не с реальными энергообъектами, а с их виртуальными образами, описываемыми математическими моделями (в среде моделирования) с заданной точностью, что позволяет за счет компьютерной имитации снизить стоимость потенциальных потерь от нерационального применения технологий энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Отметим, что предлагаемый метод ориентирован на системы и подсистемы энергообеспечения (освещение, отопление, вентиляция и др.) как отдельных зданий, так и организаций в целом. Ограничения моделей энергетических объектов определяются средой моделирования (например, MATLAB), используемой при задании конфигураций имитационных моделей как отдельных элементов, так и энергосистемы в целом.

Заключение

Практическая значимость предложенного метода заключается в возможности интеграции и комплексного исследования процессов ЭМ на базе ВП разнотипных энергетических объектов с целью повышения оперативности принимаемых решений и обеспечения устойчивого функционирования и развития конкурентного преимущества отечественных организаций. Перспективой метода является автоматизированная система поддержки принятия решений энергоменеджера, формализующая знания об исследуемой предметной области на основе виртуализации энергетических объектов и систем, их моделирования и прогностической оценки разнотипных ситуаций. При этом создание и развитие базы знаний системы позволит накапливать информацию о процессах и механизмах ЭМ для совершенствования существующих и разработки новых методик повышения энергоэффективности рассматриваемых объектов, предусмотренных международными стандартами [12].

Метод получен при поддержке гранта РФФИ № 14-07-96000 р_урала а «Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений обеспечения безаварийной работы энергетических объектов».

Список литературы

1. Бочкарев С.В., Елтышев Д.К. Методика принятия оптимальных решений при ремонте высоковольтного электро-технического оборудования // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 6. – С. 142–146.

2. Елтышев Д.К., Петроченков А.Б., Бочкарев С.В. К вопросу о применении генетических методов для решения задач поддержки жизненного цикла электрооборудования // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2009. – Т. 2. – С. 136–142.
3. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 697–701.
4. Кычкин А.В., Мусихина К.Г., Разепина М.Г. Исследование эффективности создания и внедрения системы энергоменеджмента на промышленном предприятии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 1 (9). – С. 66–79.
5. Кычкин А.В., Хорошев Н.И., Елтышев Д.К. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 12–17.
6. Моделирование взаимодействия структурных элементов электроэнергетических систем / Б.В. Кавалеров, А.Б. Петроченков, К.А. Один, В.А. Тарасов // Электротехника. – 2013. – № 1. – С. 11–15.
7. Некоторые аспекты технологии эксплуатации электротехнических объектов на основе методов краткосрочного прогнозирования технического состояния / В.П. Казанцев, А.Б. Петроченков, А.В. Ромодин, Н.И. Хорошев // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 28–34.
8. Франк Т. Практика энергетического менеджмента // Энергосбережение. – 2006. – № 3. – С. 32–35.
9. Франк Т., Кычкин А.В., Мусихина К.Г. Государственное управление проектами в области энергосбережения как база для эффективного внедрения лучших практик // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 3. – С. 98–104.
10. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 716–720.
11. Хорошев Н.И., Казанцев В.П. Применение правил нечеткой логики при эксплуатации электротехнического оборудования // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 59–64.
12. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use: approved on 2011-01-12, 31 pp.
2. Eltyshev D.K., Petrochenkov A.B., Bochkarev S.V. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravlenija i radiojelektroniki – Proceedings of TUSUR University*, 2009, no. 2, pp. 136–142.
3. Eltyshev D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
4. Kychkin A.V., Musihina K.G., Razepina M.G. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jeletrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija – PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems*, 2014, no. 1 (9), pp. 66–79.
5. Kychkin A.V., Khoroshev N.I., Eltyshev D.K. *Jenergo-bezopasnost' i jenergosberezenie – Science and practice in energetic*, 2013, no. 5, pp. 12–17.
6. Kavalero B.V., Petrochenkov A.B., Odin K.A., Tarasov V.A. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2013, no. 1, pp. 11–15.
7. Kazancev V.P., Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Khoroshev N.I. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2011, no. 11, pp. 28–34.
8. Frank T. *Jenergosberezenie – Energy saving*. – 2006, no. 3, pp. 32–35.
9. Frank T., Kychkin A.V., Musihina K.G. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and Abroad*, 2014, no. 3, pp. 98–104.
10. Khoroshev N.I., Eltyshev D.K., Kychkin A.V. *Fundamental'nye issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5–4, pp. 716–720.
11. Khoroshev N.I., Kazancev V.P. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2011, no. 11, pp. 59–64.
12. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use: approved on 2011-01-12, 31 pp.

References

1. Bochkarev S.V., Eltyshev D.K. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja – Scientific and technical gazette of the Volga region*, 2012, no. 6, pp. 142–146.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 621.3.078

СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С НЕЛИНЕЙНОЙ АДАПТИВНОЙ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЮ

Даденков Д.А., Казанцев В.П.

ГОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: dadenkov@mail.ru

Рассмотрены вопросы синтеза дискретно-непрерывных электромеханических систем управления с нелинейной эталонной моделью, обеспечивающих адаптацию к энергетическим ресурсам и требованиям технологического процесса за счет ограничения фазовых переменных на уровнях, позволяющих системе функционировать в линейной зоне при любых задающих воздействиях. Показано, что для решения задач формирования оптимальных по критерию быстродействия задающих воздействий следящих электромеханических систем управления существует вполне определенная взаимосвязь параметров активных эталонных моделей, такта дискретного управления и ограничений на управляющее воздействие. Представлена структура системы управления с нелинейной эталонной моделью, адаптивной к такту дискретного управления, а также результаты ее исследования в среде Matlab/Simulink. Результаты анализа, приведенные в работе, могут быть положены в основу создания методики синтеза квазиинвариантных по заданию следящих систем управления с эталонными моделями, а также использованы для синтеза систем управления иными технологическими переменными с интегро-дифференцирующими связями.

Ключевые слова: электромеханическая система управления, нелинейная эталонная модель, такт дискретного управления, имитационное моделирование

SYNTHESIS OF ELECTROMECHANICAL CONTROL SYSTEMS WITH THE NON-LINEAR ADAPTIVE REFERENCE MODEL

Dadenkov D.A., Kazantsev V.P.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: dadenkov@mail.ru

The questions of synthesis of discrete-continuous electromechanical control systems with reference models, providing adaptation to the power resources and requirements of technological process requirements by limiting the phase variables at levels that allow the system to operate in the linear area for any input impacts are considered. It is shown that for the solution of tasks of formation optimum by criterion of high-speed performance of servo control electromechanical systems there is a correlation of parameters of the active reference models, quantum discrete control and limitation controlling impacts. The control system structure with non-linear reference model, which is adaptive to quantum discrete control and results of its research in the software package of Matlab/Simulink is provided. The analysis results given in article can be the basis for creation of a technique of synthesis quasiinvariant on the input task of servo control systems with reference models, and also are used for synthesis of control systems by other technological variables with the integro-differentiating connections.

Keywords: electromechanical control system, non-linear reference model, quantum discrete control, simulation modeling

Постоянный рост требований, предъявляемых к качеству выпускаемой промышленной продукции, определяет соответствующие требования по точности и быстродействию обработки заданных законов и траекторий движения следящих ЭМСУ. Как известно из теории автоматического управления, задача получения требуемых динамических показателей качества решается путем введения в систему специальных корректирующих устройств. Применение таких корректирующих устройств позволяет обеспечить инвариантность системы электропривода по управляющему и возмущающему воздействию, а также поднять порядок астатизма.

Большинство современных следящих электроприводов являются сложными многоконтурными системами с обратной связью по нескольким координатам электропривода [3, 7]. При проектировании

электроприводов, имеющих многоконтурную структуру с последовательной коррекцией, наибольшее распространение получили методики, использующие типовые настройки вложенных друг в друга контуров регулирования на модульный или симметричный оптимумы [1, 2]. Однако такой подход приводит к затягиванию процессов регулирования выходной переменной при увеличении числа подчиненных контуров регулирования и делает практически невозможным быстродействующее управление следящими ЭМСУ с упругими связями.

В связи с этим возникает необходимость применения новых способов построения ЭМСУ и синтеза алгоритмов цифрового управления электроприводами, в частности на основе применения критерия предельного быстродействия и контроля полного вектора состояния объекта управления, обеспечивающих плавное движение испол-

нительного органа при максимальном быстродействии [5]. В качестве критерия оптимизации представляется целесообразным применить критерий предельного быстродействия, который в детерминированных дискретных линейных системах обеспечивает одновременно минимум интегральной динамической ошибки управления при отсутствии перерегулирования выходной координаты [5, 6].

В качестве метода синтеза оптимального дискретного (цифрового) управления можно воспользоваться методом модального управления при расположении корней характеристического уравнения замкнутой системы заведомо на отрицательной вещественной полуоси [6] или методом синтеза цифровых апериодических регуляторов состояния [5].

Объект управления при этом представим в виде

$$\dot{\mathbf{X}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{X}(t) + \mathbf{B}\mathbf{U}(kT_0) + \mathbf{C}\mathbf{F}(t); \quad (1)$$

$$\mathbf{U}(kT_0) = \mathbf{A}_0\mathbf{X}(kT_0) + \mathbf{B}_0\mathbf{Y}^*(kT_0) + \mathbf{D}_0\dot{\mathbf{Y}}^*(kT_0), \quad (2)$$

где оптимальное управление $\mathbf{U}(kT_0)$ представлено в виде линейной формы полного контролируемого вектора состояния, заданного состояния выходной переменной и ее производной.

Искомые матрицы \mathbf{A}_0 , \mathbf{B}_0 , \mathbf{D}_0 определены в результате проведения процедуры синтеза [4, 5] для некоторого заведомо заданного такта дискретного управления. В частности, при такте $T_0 = 0,01$ с эти матрицы имеют вид

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_0 &= [a_{01} \quad a_{02}] = [100 \quad 15]; \\ \mathbf{B}_0 &= [b_{01}] = 100; \\ \mathbf{D}_0 &= [d_{01}] = 15. \end{aligned} \quad (3)$$

На рис. 1 приведена схема моделирования динамики следящей электро-механической системы управления, соответствующей структурам и параметрам моделей объекта управления и устройства управления, приведенным выше. При этом замкнутый контур момента на валу электропривода представлен апериодическим звеном первого порядка с постоянной времени 0,01 с и единичным коэффициентом передачи. Квазиинвариантность системы по задающим воздействиям обеспечивается формированием задания сразу по двум фазовым переменным – положению и скорости ЭМСУ.

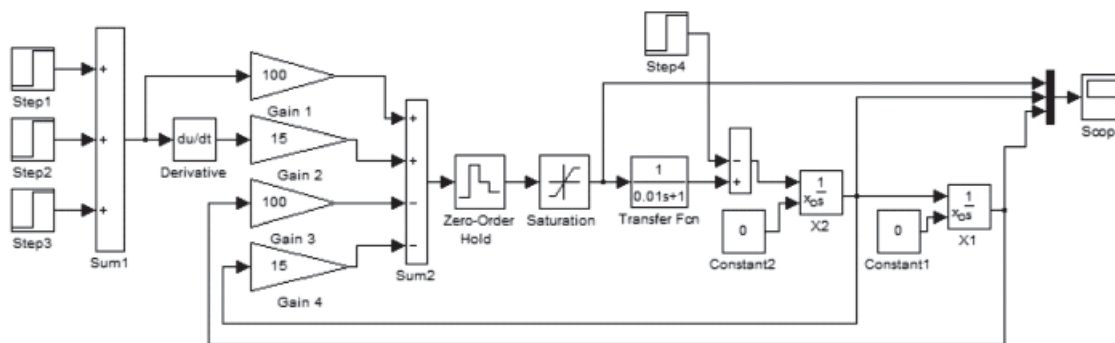


Рис. 1. Схема моделирования дискретно-непрерывной ЭМСУ

В качестве тестовых воздействий на систему приняты 3 последовательных (в моменты времени $t = 0$, $t = 1$ и $t = 3$ с) и на порядок возрастающих по амплитуде ступенчатых воздействий приращений положения (0,1; 0,9 и 9,0 рад). Уровень ограничения дискретного регулятора состояния примем равным 10 В.

Результаты моделирования приведены на рис. 2. Графики отражают переходные процессы координат ЭМСУ: $U(kT_0)$ – дискретное управление (В); ω – угловая скорость вращения электродвигателя (рад./с); φ – угловое перемещение (рад).

Анализ полученных переходных процессов позволяет сделать вывод, что при увеличении задания на входе ЭМСУ происходит насыщение координаты управления на уровне 10 В уже при задании положения 1 рад., что делает систему нелинейной. При этом дальнейшее увеличение приращения задания положения до 10 рад. приводит к недопустимому колебанию фазовых переменных ЭМСУ.

Рассмотрим класс следящих систем, где перемещение рабочего органа задается последовательностью приращений перемещений во времени по той или иной

координатной оси, реализуя на уровне задания небольшие ступенчатые во времени переходы. В этом случае вместо интерполяторов нулевого порядка достаточно применения эталонных моделей (ЭМ) или задатчиков интенсивности (предшествующих фильтров), обеспечивающих ограничения фазовых пере-

менных ЭМСУ на допустимых уровнях при произвольных по величине приращениях задающих воздействий. При этом важно не допустить работу ЭМСУ в нелинейной зоне, требующую применения нелинейных регуляторов, процедура синтеза которых и программная реализация достаточно трудоемки.

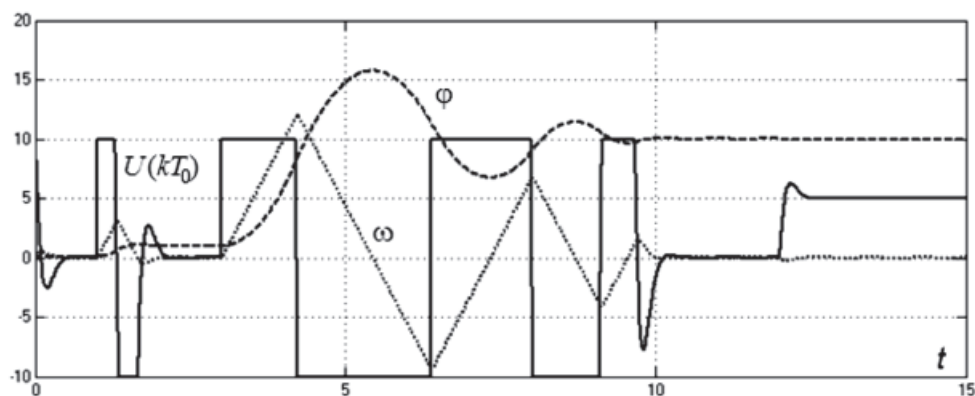


Рис. 2. Переходные процессы в дискретно-непрерывной ЭМСУ ($T_0 = 0,01$ с)

Именно этой цели и служат линейные и нелинейные дискретно-непрерывные ЭМ, вопросы использования которых при синтезе ЭМСУ рассмотрим ниже. Будем полагать, что главным техническим критерием при отработке эталонной моделью приращений заданных перемещений является минимум времени перехода при минимуме интегральной погрешности изменения выходной координаты.

Однако при этом линейные ЭМ обладают недостатками, ограничивающими их применение в следящих системах [3, 7]. В связи с этим далее предлагается рассмотреть синтез ЭМСУ с нелинейной адаптивной дискретно-непрерывной эталонной моделью.

На рис. 3 представлена структурная схема системы управления с дискретно-непрерывной нелинейной ЭМ второго порядка.

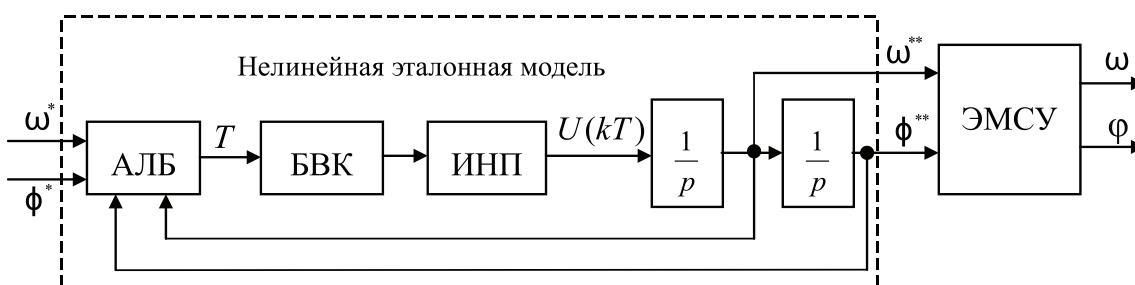


Рис. 3. Структура системы управления с нелинейной адаптивной эталонной моделью

На рисунке приняты следующие обозначения: АЛБ – арифметико-логический блок, БВК – блок вычисления коэффициентов эталонной модели в функции такта управления, ИНП – интерполятор нулевого порядка, ЭМСУ – электромеханическая система управления.

Подобъект управления в рассматриваемой ЭМ представлен последовательным соединением интегрирующих звеньев, а устройство управления представляет собой дискретный регулятор состояния. Выходные координаты ЭМ формируют зада-

ние углового положения и угловой скорости на входе ЭМСУ.

Дискретно-непрерывная линейная математическая модель ЭМ, представленная на рис. 3, может быть записана в векторно-матричной форме [4, 5]:

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ЭМ}}(t) = \mathbf{A}_{\text{ЭМ}} \mathbf{X}_{\text{ЭМ}}(t) + \mathbf{B} \mathbf{U}_{\text{ЭМ}}(kT), \quad (4)$$

где $\mathbf{X}_{\text{ЭМ}}(t)$ – вектор фазовых переменных модели, $\mathbf{X}_{\text{ЭМ}}(t) = [\phi^{**}(t) \ \omega^{**}(t)]^T$, $\mathbf{U}_{\text{ЭМ}}(kT) = U(kT)$ – скалярное управляющее

воздействие ЭМ, $A_{эм} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ – матрица состояния ЭМ, $B_{эм} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ – матрица управления ЭМ.

Для определения оптимальной по критерию быстродействия ЭМ (4) воспользуемся методикой, приведенной в [4, 5]. В соответствии с концепцией терминаль-

ных систем управления в выражении (4) обеспечивается одновременно максимум быстродействия и минимум интегральной ошибки отработки ступенчатых задающих воздействий. Следовательно, согласно методике синтеза [4, 5] представим это выражение в виде линейной формы координат состояния, задающих воздействий и их производных, изменяемых в дискретные моменты времени с периодом квантования T :

$$U(kT) = \alpha_1 \varphi^{**}(kT) + \alpha_2 \omega^{**}(kT) + \beta_1 \varphi^*(kT) + \beta_2 \omega^*(kT), \quad (5)$$

где $\varphi^{**}(kT)$, $\omega^{**}(kT)$ – фазовые переменные ЭМ; $\varphi^*(kT)$, $\omega^*(kT)$ – задающие воздействия фазовых переменных ЭМ; α_1 , β_1 , α_2 , β_2 – коэффициенты ЭМ, полученные в результате оптимизационной процедуры синтеза [4, 5].

Несложные математические преобразования позволили установить зависимость оптимальных параметров синтезированного устройства управления ЭМ (значений коэффициентов α_1 , β_1 , α_2 , β_2) от такта управления T . Для рассматриваемой эталонной модели второго порядка имеем

$$\begin{aligned} |\alpha_1| = |\beta_1| &= \frac{1}{T^2}; \\ |\alpha_2| = |\beta_2| &= \frac{1,5}{T}. \end{aligned} \quad (6)$$

Теперь необходимо найти алгоритм вычисления такта T в функции задающих воздействий φ^* и ω^* при ограничениях на управление $U(kT)$:

$$|U(kT)| = |\beta_1(\varphi^* - \varphi) + \beta_2(\omega^* - \omega)| \leq U_{\max}. \quad (7)$$

Подставляя выражения (6) в неравенство (7), получаем

$$\left| \frac{(\varphi^* - \varphi)}{T^2} + \frac{(\omega^* - \omega) \cdot 1,5}{T} \right| \leq U_{\max}. \quad (8)$$

В частном случае полагая, что $\omega^* = 0$ и $T = 0,1$ с, а $U_{\max} = 10$ В, имеем неравенство $|100 \cdot (\varphi^* - \varphi) - 1,5 \cdot \omega| \leq 10$, из которого, задавшись нулевыми начальными условиями ($\omega(0) = \varphi^*(0) = 0$), можно получить, что $|100 \cdot \varphi^*| \leq 10 \Rightarrow \varphi^* \leq 0,1$ рад и сделать вывод, что величина такта T определяется выражением

$$T \geq \sqrt{\frac{\varphi^*}{U_{\max}}} = \frac{\sqrt{\varphi^*}}{3,162}.$$

Полученная в результате синтеза схема ЭМСУ с нелинейной дискретно-непрерывной эталонной моделью 2-го порядка приведена на рис. 4.

Из графиков переходных процессов (рис. 5) видно, что в синтезированной системе управления отсутствуют недостатки, выявленные в дискретно-непрерывной ЭМСУ без эталонной модели.

Анализируя полученные результаты моделирования, стоит отметить ряд достоинств синтезированной системы управления с нелинейной дискретно-непрерывной ЭМ:

- нелинейная ЭМ используется в качестве предшествующего фильтра, вынесенного за замкнутую ЭМСУ, а следовательно, не влияет на устойчивость и показатели качества самой ЭМСУ;

- эталонная модель обеспечивает адаптацию ЭМСУ к энергетическим ресурсам и требованиям технологического процесса за счет ограничения фазовых переменных на уровнях, позволяющих системе функционировать в линейной зоне при любых задающих воздействиях;

- для синтеза ЭМСУ может быть использована линейная теория управления, и структура регулятора самой ЭМСУ при этом будет линейной, т.е. может быть использован любой типовой аналоговый или дискретный регулятор класса «вход-выход» (П, ПИ, ПИД и др.), а не только рассмотренный выше дискретный регулятор состояния;
- коррекцией параметров ЭМ легко добиться отсутствия перерегулирования выходной переменной во всем диапазоне изменения приращения ее задания.

Из недостатков стоит отметить снижение быстродействия системы при увеличении величины задания на входе ЭМ, что ограничивает область применения ЭМ, в частности, в позиционно-траекторных ЭМСУ, где целесообразно реализовать работу системы на предельных значениях внутренних фазовых переменных (скорости и ускорении). Однако применительно

к классу следящих ЭМСУ, функционирующих исключительно или преимущественно в зоне малых отклонений координат, такой подход более чем оправдан.

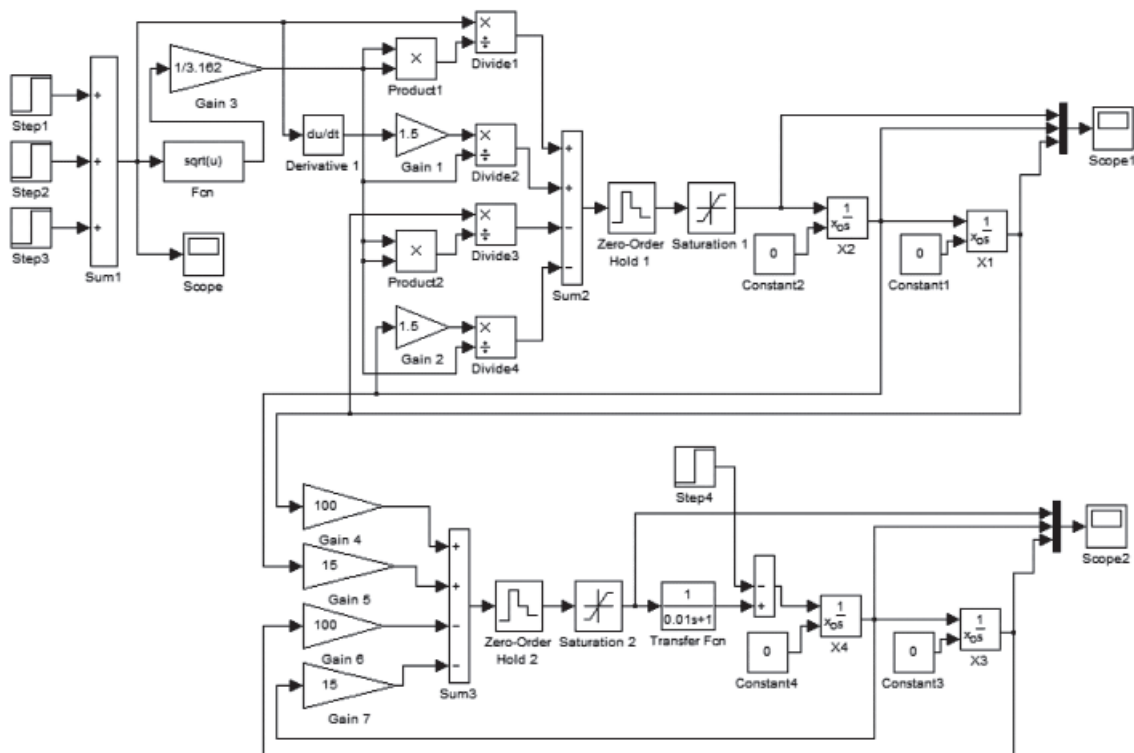


Рис. 4. Схема моделирования дискретно-непрерывной ЭМСУ с нелинейной адаптивной эталонной моделью

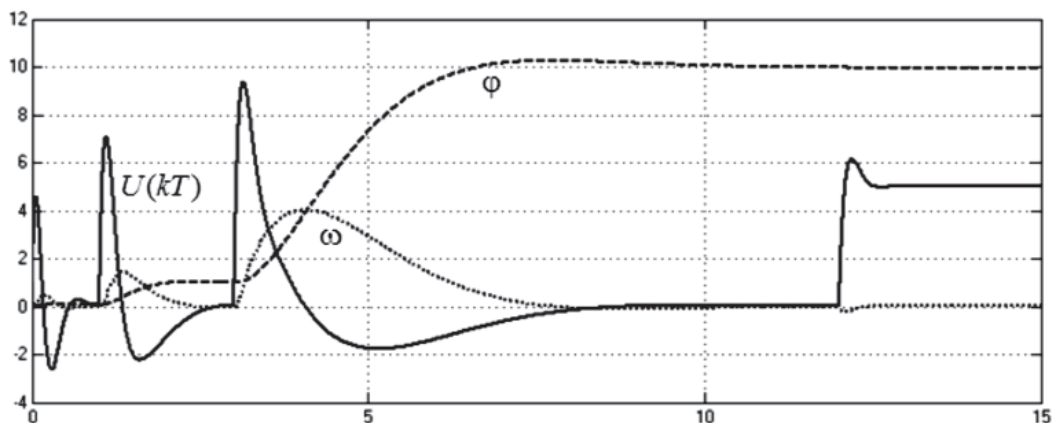


Рис. 5. Переходные процессы в дискретно-непрерывной ЭМСУ с нелинейной адаптивной эталонной моделью

Результаты рассмотренных в работе исследований в дальнейшем могут быть положены в основу методики синтеза программных, следящих и адаптивных электромеханических систем управления с такого рода эталонными моделями.

Список литературы

1. Борцов Ю.А., Поляхов Н.Д., Путов В.В. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением – Л.: Энергоатомиздат. 1984. – 216 с.
2. Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решени-

ями в MATLAB: учебник для вузов. – М.: Изд-во «Лань», 2011. – 464 с.

3. Гусев Н.В., Букреев В.Г. Системы цифрового управления многокоординатными следящими электроприводами: учебное пособие/ – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 213 с.

4. Казанцев В.П., Даденков Д.А. Синтез дискретно-непрерывных систем управления электроприводами с упругими связями // Электротехника. – 2012. – № 11. – С. 24а–28.

5. Казанцев В.П., Петренко В.И. Синтез дискретных систем управления линейными объектами произвольного порядка // Информационные управляющие системы / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1995. – С. 99–105.

6. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.

7. Пшихопов В.Х. Оптимальное по быстродействию траекторное управление электромеханическими манипуляционными роботами // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2007. – № 1. – С. 51–57.

References

1. Borcov Ju.A., Poljahov N.D., Putov V.V. Jeletromehaničeskie sistemy s adaptivnym i modal'nym upravleniem [Electromechanical systems with the adaptive and modal control] – Leningrad, Jenergoatomizdat. 1984. 216 p.

2. Gajduk A.R., Beljaev V.E, P'javchenko T.A. Teorija avtomatičeskogo upravlenija v primerah i zadachah s rešenijami v MATLAB [The theory of automatic control in examples and tasks with decisions in MATLAB]. Učebnik dlja vuzov. Moskow, Izd-vo «Lan'», 2011. 464 p.

3. Gusev N.V., Bukreev V.G. Sistemy cifrovogo upravlenija mnogokoordinatnymi sledjashhimi jelektroprivodami. Učebnoe posobie [Systems of a digital control multicoordinate servo control electric drives]. Tomsk, Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2007. 213 p.

4. Kazancev V.P., Dadenkov D.A. Jeletrotehnika–Russian Electrical engineering, no. 11, 2012. pp. 24a–28.

5. Kazancev V.P., Petrenko V.I. Informacionnye upravljajushhie sistemy. Perm. gos. tehn. un-t. Perm', 1995, pp. 99–105.

6. Kuzovkov N.T. Modal'noe upravlenie i nabljudajushhie ustrojstva. [Modal control and watching devices]. Moskow, Mashinostroenie, 1976. 184 p.

7. Pshihopov V.H. Izvestija vysshih učebnyh zavedenij. Jeletromehanika, no. 1, 2007. pp. 51–57.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Цаплин А.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой общей физики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 620.9: 303.732

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Елтышев Д.К., Хорошев Н.И.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: eltyshhev@msa.pstu.ru, horoshev@msa.pstu.ru

В статье исследованы особенности системного управления процессами энергосбережения и повышения энергоэффективности на промышленных предприятиях. Формализованы этапы стратегии управления энергоэффективностью и разработана функциональная модель их взаимодействия в рамках долгосрочной энергетической политики предприятия. Реализация этапов базируется на оценке энергетического состояния предприятия, его систем и подсистем, а также на многофакторном целевом планировании и выполнении комплекса организационно-технических энергосберегающих мероприятий. На основе базовых принципов энергетического менеджмента и классического цикла Деминга – Шухарта построена концептуальная модель управления процессами энергосбережения и повышения энергоэффективности на промышленных предприятиях, ориентированная на реализацию ключевых принципов: планирование, действие, проверка (контроль), корректировка (принятие решений).

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, стратегия, мониторинг, целевые показатели

STRATEGY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY PROCESSES MANAGEMENT

Eltyshev D.K., Khoroshev N.I.

Perm National Research Polytechnic University, Perm,
e-mail: eltyshhev@msa.pstu.ru, horoshev@msa.pstu.ru

In the article the features of industrial enterprises energy saving and energy efficiency processes system management are explored. A stages of energy efficiency management strategy are formalized and a functional model of the stages interaction in the enterprise long-term energy policy is developed. The stages implementation is based on an evaluation of the energy state of the company, its systems and subsystems, as well as multifactorial target planning and execution of complex organizational and technical energy saving measures. A conceptual model for managing energy saving and energy efficiency processes in industry is built. The model is based on the basic principles of energy management and the classical Deming cycle and focused on the implementation of the key principles of planning, action, check (control), correction (decision-making).

Keywords: energy saving, energy efficiency, strategy, monitoring, target indicators

Среди актуальных проблем, стоящих перед современными предприятиями различных отраслей промышленности России, можно выделить высокую энергоемкость производственных процессов и нерациональность использования энергоресурсов [2–4]. Основными причинами низкой эффективности энергетической инфраструктуры промышленных предприятий являются [2, 4, 7]: значительный физический и моральный износ основных средств и, как следствие, высокая аварийность оборудования; низкий уровень мониторинга, контроля и регулирования потребления энергоресурсов; повышенные потери в производственных процессах и высокий расход первичных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР); нехватка квалифицированных специалистов в сфере энергетического менеджмента; низкий уровень мотивации персонала к энергосбережению и др. В сложившихся условиях ключевым фактором повышения энергоэффективности произ-

водства является разработка и комплексная реализация организационных, технологических, технико-экономических и иных механизмов рационального использования ТЭР в рамках единой стратегии, направленной на достижение ключевых энергоцелей предприятия.

Постановка цели и задач

Для обеспечения системности, согласованности и контроля мероприятий, реализуемых в рамках энергополитики предприятия, механизмы управления процессами энергосбережения и повышения энергоэффективности (ЭПЭ) должны быть четко формализованы и учитывать множество факторов. Однако невзирая на накопленный опыт (как российский, так и зарубежный) внедрения энергосберегающих проектов в развитую нормативно-правовую базу [2, 3, 7, 8, 10] управление процессами ЭПЭ промышленных предприятий, как правило, носит ситуационный (локальный) характер.

Поэтому необходима разработка унифицированной стратегии, учитывающей условия и особенности функционирования систем энергообеспечения предприятий и позволяющей решать ключевые задачи ЭПЭ в долгосрочной перспективе.

Этапы стратегии управления ЭПЭ и схема их реализации

Стратегия представляет собой основу для эффективного управления процессами ЭПЭ в рамках проведения долгосрочной энергетической, экономической и инновационной политики предприятия [3, 4, 8]. Поэтому она должна предусматривать комплексный подход к решению управленческих задач и четкую формализацию каждого его этапа.

Информационной основой реализации такого подхода являются результаты энергетического аудита, позволяющие дать общую оценку энергетического состояния объекта (предприятия), его систем и подсистем, оценить потенциал энергосбережения и определить «узкие места». По результатам анализа уровня энергопотребления объекта определяются актуальные направления реализации стратегии управления процессами ЭПЭ. В соответствии с выбранными приоритетными направлениями, увязанными единой целью – повышение эффективности при генерации, передаче, распределении и потреблении энергоресурсов на предприятии (рис. 1) – формируются частные задачи управления.

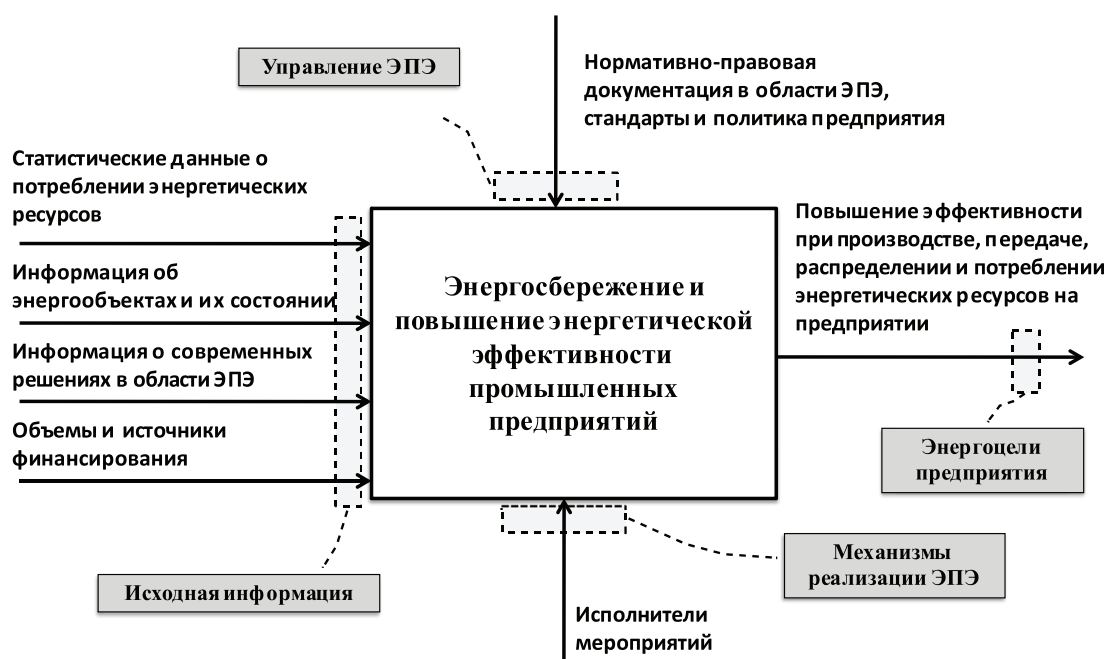


Рис. 1. Контекстная диаграмма управления процессами ЭПЭ промышленных предприятий

Формализуем основные этапы стратегии управления процессами ЭПЭ на промышленном предприятии (рис. 2).

1. Формирование комплекса целевых показателей (блок № 1), рассчитываемых на основе индикаторов (параметров энергетического состояния) [3, 9, 10]. Целевые показатели (ЦП) необходимы для планирования и оценки эффективности процессов ЭПЭ предприятия и его структурных элементов (систем энергообеспечения, подразделений, зданий и т.д.). Поэтому они отражают плановый и фактический уровни реализации стратегических задач и подлежат ежегодной коррекции с учетом ряда факторов: фактического отклонения показателей от заданных

значений за отчетный период; оценки фактической эффективности мероприятий в области энергосбережения; изменения уровня технического и технологического развития; оценки экономической ситуации и др. [3].

2. Планирование и выполнение точечных и комплексных мероприятий в области ЭПЭ (рис. 2, блоки № 2 и 3). Механизм реализации мероприятий должен иметь четкий взаимосвязанный алгоритм действий с ясным прогнозируемым результатом, соответствовать федеральным, региональным и отраслевым нормативно-правовым документам, коррелировать с ранее принятыми на предприятии целевыми программами и решениями. Для каждого мероприятия

должны быть определены исполнители, объемы и источники финансирования (а также схемы привлечения денежных средств).

С учетом устанавливаемых стратегией временных ограничений формируется план-график реализации мероприятий.

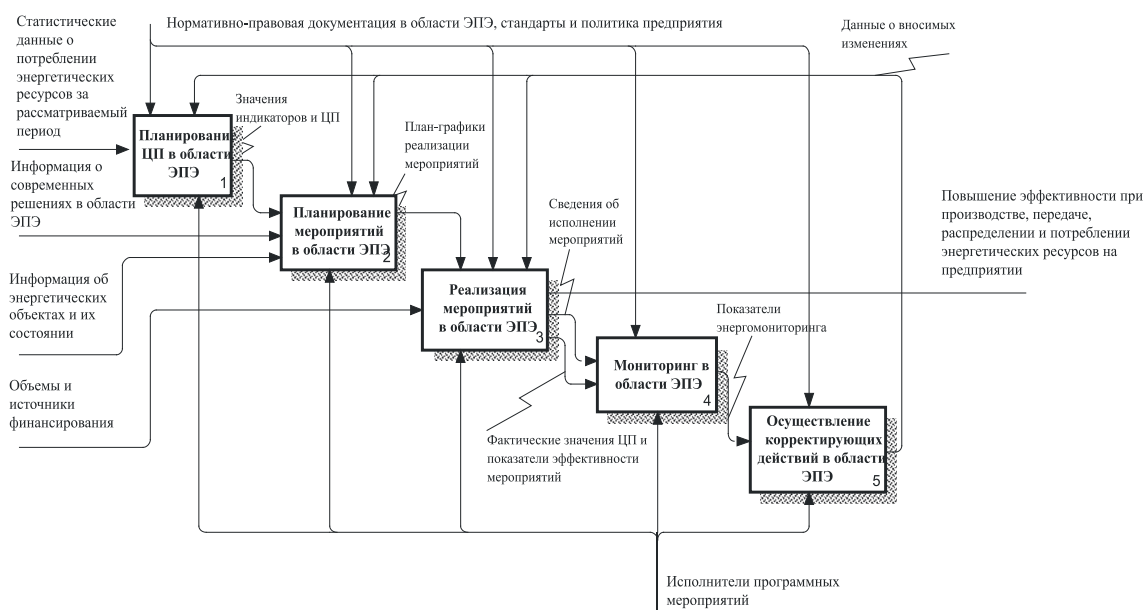


Рис. 2. Схема взаимосвязи этапов стратегии управления процессами ЭПЭ предприятия

3. Контроль процессов ЭПЭ. Стратегия предполагает необходимость внедрения на предприятии эффективной системы мониторинга, анализа и принятия решений (блоки № 4, 5), обеспечивающей распределение зон ответственности за исполнение мероприятий, а также адаптивное управление процессами ЭПЭ с учетом возможных рисков и других факторов организационного, технического, социального и экономического характера [9].

сти за исполнение мероприятий, а также адаптивное управление процессами ЭПЭ с учетом возможных рисков и других факторов организационного, технического, социального и экономического характера [9].



Рис. 3. Концептуальная модель управления процессами ЭПЭ на промышленных предприятиях на основе PDCA-подхода

В соответствии с рис. 2 и принципами реализации концепции энергетического менеджмента [10] модель управления процессами ЭПЭ промышленного предприятия может быть построена на основе классического цикла Деминга – Шухарта (рис. 3).

Заклучение

В заключении отметим основные особенности предложенной стратегии управления процессами ЭПЭ промышленных предприятий:

- 1) системность и четкий алгоритм действий;
- 2) контроль (мониторинг) и оценка эффективности мероприятий;
- 3) адаптивность к изменениям внутри организации и во внешней среде («дорожная карта») [3];
- 4) согласованность с ранее принятыми целевыми программами и решениями;
- 5) соответствие основным положениям нормативно-правовых документов, а также энергетической политике предприятия.

Данные особенности могут быть использованы при системном решении задач автоматизации [9], интеграции, прогнозирования [5] и оптимизации [1, 6] процессов ЭПЭ промышленных предприятий на базе отечественных и международных стандартов [8, 10].

Список литературы

1. Бочкарев С.В., Елтышев Д.К. Методика принятия оптимальных решений при ремонте высоковольтного электрооборудования // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 6. – С. 142–146.
2. Данилов Н.И. Основы энергосбережения: учеб. – 2-е изд., доп. и перераб. / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под общ. ред. Н.И. Данилова. – Екатеринбург: Издательский дом «Автограф», 2010. – 528 с.
3. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 697–701.
4. Кычкин А.В., Мусихина К.Г., Разепина М.Г. Исследование эффективности создания и внедрения системы энергоменеджмента на промышленном предприятии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 1 (9). – С. 66–79.
5. Некоторые аспекты технологии эксплуатации электротехнических объектов на основе методов краткосрочного прогнозирования технического состояния / В.П. Казанцев, А.Б. Петроченков, А.В. Ромодин, Н.И. Хорошев // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 28–34.
6. Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Разработка подходов к построению комплекса «Энергооптимизатор» // Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 20–25.

7. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов / под общей редакцией О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. – М.: Изд-во ЗАО «Технопромстрой», 2006. – 668 с.

8. Франк Т., Кычкин А.В., Мусихина К.Г. Государственное управление проектами в области энергосбережения как база для эффективного внедрения лучших практик // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 3. – С. 98–104.

9. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 716–720.

10. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use: approved on 2011-01-12, 31 pp.

References

1. Bochkarev S.V., Eltyshov D.K. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja – Scientific and technical gazette of the Volga region*, 2012, no. 6, pp. 142–146.
2. Danilov N.I., Shhelokov Ja.M. *Osnovy jenergosberezhenija [Basics of energy saving]: ucheb. 2-e izd., dop. i pererab.: pod obshh. red. N.I. Danilova. Yekaterinburg, Publishing House «Autograph», 2010, 528 p.*
3. Eltyshov D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
4. Kychkin A.V., Musihina K.G., Razepina M.G. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jeletrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija – PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems*, 2014, no. 1 (9), pp. 66–79.
5. Kazancev V.P., Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Khoroshev N.I. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2011, no. 11, pp. 28–34.
6. Petrochenkov A.B., Romodin A.V. *Jeletro. Jeletrotehnika, jeletrojenergetika, jeletrotehnicheskaja promyshlennost' – Electro. Electrical engineering, power engineering, electrical engineering industry*, 2013, no. 4, pp. 20–25.
7. Danilov O.L., Kostjuchenko P.A. *Prakticheskoe posobie po vyboru i razrabotke jenergosberegajushih projektov [A practical tool for selection and development of energysaving projects]*. Moscow: Publ. CJSC «Tehnopromstroj», 2006, 668 p.
8. Frank T., Kychkin A.V., Musihina K.G. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and Abroad*, 2014, no. 3, pp. 98–104.
9. Horoshev N.I., Eltyshov D.K., Kychkin A.V. *Fundamental'nye issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5–4, pp. 716–720.
10. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use: approved on 2011-01-12, 31 pp.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Кавалеров Б.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электротехника и электромеханика», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 62-503.56

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПОРНЫМ ЯЩИКОМ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Казанцев В.П., Резатдинов В.А.

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

Проведен анализ технологического процесса подготовки и напуска массы в целлюлозно-бумажном производстве. Собраны и подготовлены данные о технологическом процессе, необходимые для дальнейшего анализа системы управления напорным ящиком. Основываясь на анализе был сделан вывод о том, что качество готовой продукции является зависимой переменной от нескольких свободных переменных, которыми являются параметры технологического процесса целлюлозно-бумажного производства. Проведен регрессионный анализ для оценки влияния параметров технологического процесса на зависимую переменную, которой является качество бумаги, методом наименьших квадратов. Проведен синтез двух основных контуров регулирования по суммарному напору воды и давлению воздуха в напорном ящике в среде *MatLab/Simulink* и приведены результаты полученных исследований. Даны аргументированные рекомендации по применению результатов исследований в целлюлозно-бумажном производстве. В работе использовались труды российских ученых, специальная справочная, нормативная литература, материалы периодической печати.

Ключевые слова: напорный ящик, система управления, целлюлозно-бумажное производство

AUTOMATED CONTROL SYSTEM SIMULATION OF THE HEADBOX PULP AND PAPER PRODUCTION AND QUALITY ASSESSMENT OF FINAL PRODUCT

Kazantsev V.P., Rezatdinov V.A.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: kvppgtu@mail.ru

Was conducted the analysis of the technological process of mass preparation and a pumping system, data collection and preparation of the process. This all was necessary for the further analysis of Headbox. After this analysis was made a reasoned conclusion that the quality of the finished product is the dependent variable from several free variables, which are the parameters of technological process of pulp and paper production. After the data is loaded was conducted a regression analysis is a research statistical method of influence one or more independent variables on the dependent variable, and chosen the method of least squares. The six options of Headbox and the synthesis of the two major paths of the water pressure and the air pressure in the outlet box. Results of the analysis are presented in *MatLab/Simulink*. The main new results by my mind are located in possibilities of researching real enterprise Headbox pulp, having only laboratories one. With regard to the practical application is a detailed analysis of the similarity of laboratory and real samples.

Keywords: headbox, control system, the pulp and paper industry

Конкуренция, сложившаяся в целлюлозно-бумажной промышленности, и ужесточившиеся требования к обеспечению внутренних и внешних показателей качества выпускаемой продукции заставляют целлюлозно-бумажные предприятия решать вопросы повышения качества и увеличения производительности на предприятиях.

Критерий качества учитывает потери материала, которые происходят из-за производства не соответствующей определенным стандартам продукции. В целлюлозно-бумажной промышленности это забракованные рулоны.

Актуальными становятся вопросы повышения эффективности функционирования технологического оборудования, основанные на измерении и обработке конкретных производственных параметров, а также повышения качества продукции для снижения брака, что является одним из критериев эффективности бумагоделательной машины.

Основная цель исследования – разработка системы автоматического управления физической моделью напорного ящика целлюлозно-бумажного производства с критерияльно сопоставимыми технологическими параметрами производства для возможного последующего применения их на реальном объекте для повышения качества продукции.

Методы исследований базируются на использовании статистики и анализе данных, используются элементы математического аппарата, методы регрессионного моделирования.

Технологический цикл (процесс) производства бумажной продукции отличается большой разветвленностью и большим числом (множеством) взаимосвязанных технологических процессов, от каждого из которых в конечном счете зависит качество полученной продукции [1–7].

Отсюда – необходимость оптимизации каждого технологического процесса

в отдельности и производственного цикла в целом. Поскольку проводить экспериментальные работы на действующем оборудовании не всегда представляется возможным, целесообразно оптимизировать отдельные технологические процессы, используя физические модели.

В условиях производства наблюдается тенденция к увеличению производительности бумагоделательных машин, что неразрывно связано с совершенствованием системы управления формованием бумажного полотна.

Проведенный анализ технологического процесса производства картона показал, что основную роль в формировании качественных показателей бумажного полотна играют процессы в мокрой части бумагоделательной машины (БДМ) и особенно система напуска массы.

Основным элементом системы напуска массы с точки зрения построения системы управления является напорный ящик [6–11].

$$Y_i^* = W(1) + W(2) \cdot v_i + W(3) \cdot C_{\text{ВНЯ}_i} + W(4) \cdot C_{\text{ННЯ}_i} + W(5) \cdot Q_{\text{ВНЯ}_i} + W(6) \cdot Q_{\text{ННЯ}_i} + W(7) \cdot H_{\text{ВНЯ}_i} + W(8) \cdot H_{\text{ННЯ}_i} + W(9) \cdot h_{\text{ВНЯ}_i} + W(10) \cdot h_{\text{ННЯ}_i} + W(11) \cdot P_{1-3_i} + W(12) \cdot P_{4-8_i} + W(13) \cdot P_{9-20_i} + W(14) \cdot P_{21-30_i}, \quad (1)$$

где Y_i^* – показатель качества готовой продукции; $W(1)–W(14)$ – параметры регрессионной модели; v_i – скорость БДМ; $C_{\text{ВНЯ}_i}$, $C_{\text{ННЯ}_i}$ – концентрация массы в верхнем и нижнем напорных ящиках (ВНЯ и ННЯ); $Q_{\text{ВНЯ}_i}$, $Q_{\text{ННЯ}_i}$ – расход массы в ВНЯ и ННЯ; $H_{\text{ВНЯ}_i}$, $H_{\text{ННЯ}_i}$ – суммарный напор в ВНЯ и ННЯ.

Разработка замкнутой системы регулирования и произведённый расчет коэффициентов системы автоматического управления позволили смоделировать проектируемую систему автоматического регулирования в среде «*Simulink*» математической программы *Matlab* (рис. 1) и получить графики переходных процессов, удовлетворяющие требованиям системы регулирования [8, 9, 13, 14, 15]. Система автоматического регулирования содержит два канала с перекрестными связями – канал регулирования уровня массы (верхний на схеме) и канал регулирования суммарного напора воздуха (нижний на схеме). В качестве регуляторов уровня и напора применены соответственно пропорционально-интегральный (ПИ) и пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регуляторы. Для снижения перерегулирования координат до 8% при любых изменениях заданий на входах замкнутых контуров регулирования установлены аperiodические предшествующие фильтры.

Сбор данных о технологическом процессе и о качестве готовой продукции позволил сделать вывод о том, что качество готовой продукции является зависимой переменной от нескольких свободных переменных, которыми являются параметры технологического процесса целлюлозно-бумажного производства.

После подготовки данные о технологическом процессе и качестве готовой продукции были загружены в пакет математической программы *Matlab* для проведения регрессионного анализа и построения модели [12–15]. Тем самым проведённый сбор, подготовка и анализ данных позволили не только выявить оптимальный режим работы автоматического оборудования для обеспечения наилучшего соотношения качества продукции и производительности бумагоделательной машины, но также ввести регрессионную модель зависимости качества готовой продукции от технологических параметров:

По номинальным данным применяемого в учебно-исследовательской лаборатории оборудования рассчитаны параметры для использования регрессионной модели на учебно-экспериментальной установке. Проведенное сравнение реального технологического процесса с технологическим процессом учебно-экспериментальной установки позволило найти недостающие свободные коэффициенты и смоделировать проектируемую систему оценки качества готовой продукции от параметров технологического процесса в среде «*Simulink*» математической программы *Matlab* и получить графики переходных процессов.

В результате сравнительного анализа параметров и характеристик физической модели и натурального образца получены основные соотношения их подобия:

$$\begin{aligned} H_{\text{ННЯ}} &= 10 \cdot H'_{\text{ННЯ}}; \\ C_{\text{ННЯ}} &= 8 \cdot C'_{\text{ННЯ}}; \\ h_{\text{ННЯ}} &= 1/3 \cdot h'_{\text{ННЯ}}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $H_{\text{ННЯ}}$, $H'_{\text{ННЯ}}$ – суммарный напор в нижнем напорном ящике и его физической модели; $C_{\text{ННЯ}}$, $C'_{\text{ННЯ}}$ – концентрация массы в нижнем напорном ящике и его физической модели; $h_{\text{ННЯ}}$, $h'_{\text{ННЯ}}$ – уровень массы в нижнем напорном ящике и его физической модели.

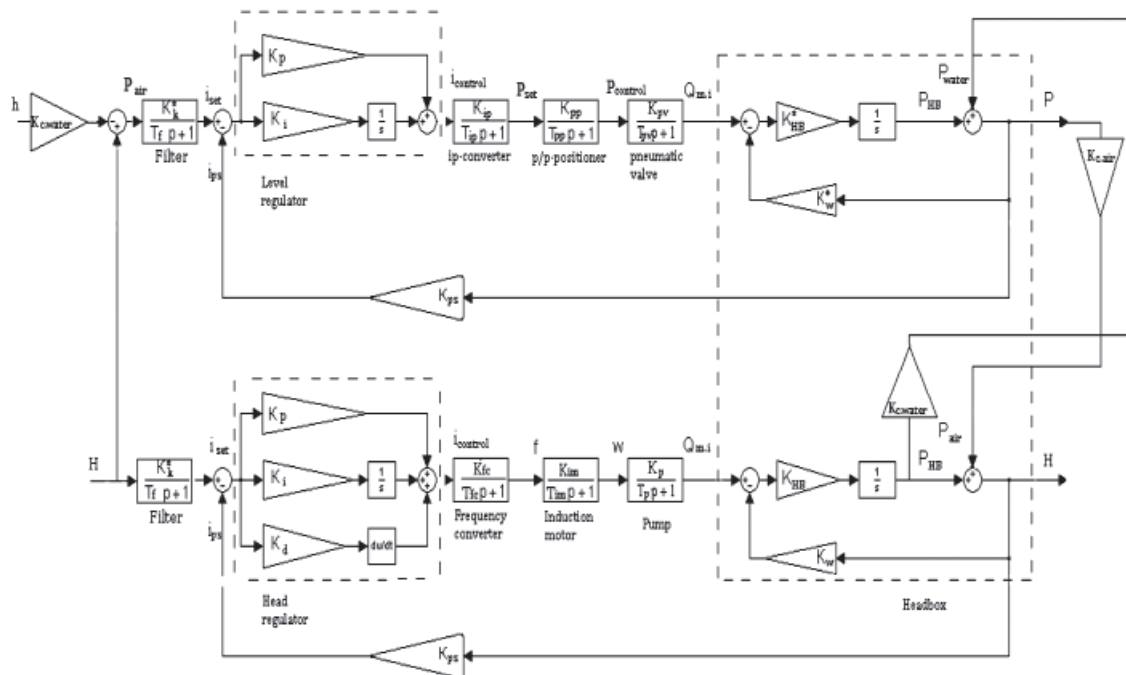


Рис. 1. Структурная схема САП напора и уровня напорного ящика в среде Simulink

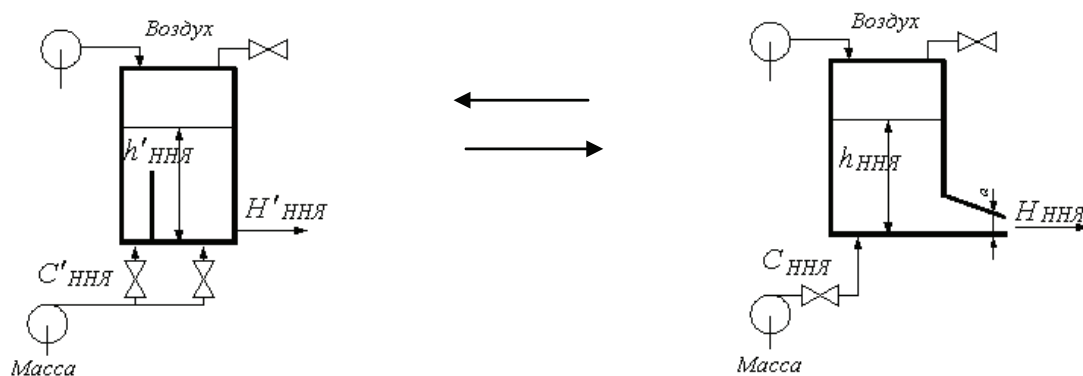


Рис. 2. К определению критериев подбора реального напорного ящика и физической модели

Выводы

1. На основе анализа технологического процесса подготовки и напуска массы определено, что основным элементом системы напуска массы с точки зрения построения системы управления является напорный ящик.

2. Синтезирована система управления напорным ящиком.

3. Построена регрессионная модель оценки качества готовой продукции.

4. Сформирован критерий подбора технологических параметров физической модели с параметрами реального производства для рассматриваемой системы.

5. Реализована возможность применения результатов, полученных на физической модели, к реальному технологическому процессу.

6. Предлагаемое решение по автоматизации экспериментальной установки дает возможность не только практического знакомства и опытной работы с микропроцессорным оборудованием, первичными измерительными преобразователями и исполнительными устройствами, но также оценки качества продукции, соответствующей текущим технологическим параметрам.

7. Реализована модель системы оценки качества в пакете *Matlab*.

Список литературы

1. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Школа бумаги, 2006. – 696 с.
2. Кугушев И.Д. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумажно- и картоноделательные машины. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2006. – 588 с.
3. Цешковский Э.В., Пиргач Н.С., Ерашкин Г.Д. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 368 с.
4. Примаков С.Ф. Производство бумаги. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 354 с.
5. Фляте Д.М. Технология бумаги. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 440 с.
6. Петров В.П., Зорин И.Ф., Рогольская С.А. Управление процессами целлюлозно-бумажного производства. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 272 с.
7. Пиргач Н.С. Математическое описание динамики напускных камер быстроходных бумагоделательных машин / Сб. научн. тр. УкрНИИБ. – М.: Лесная промышленность, 1972. – Вып. 15. – С. 100–113.
8. Фрэнке Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 272 с.
9. Ворошилов М.С., Балмасов Е.Я. Автоматизация технологических процессов целлюлозно-бумажного производства. – М.: Гослесбумиздат, 1960. – 471 с.
10. Пиргач Н.С., Пиргач В.С. Автоматическое регулирование и регуляторы в целлюлозно-бумажной, лесохимической и деревообрабатывающей промышленности / учебн. для техн. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 264 с.
11. Цешковский Э.В., Пиргач Н.С., Ерашкин Г.Д. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий / Э.В. Цешковский, Н.С. Пиргач, Г.Д. Ерашкин и др. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 368 с.
12. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. Applied Regression Analysis. – 3-е изд. – М.: Дialektika, 2007. – 912 с.
13. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий / Э.В. Цешковский, Н.С. Пиргач, Г.Д. Ерашкин и др. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 368 с.
14. Шамсон А.С., Пиргач Н.С. Автоматизация напорных ящиков быстроходных бумагоделательных машин. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 104 с.
15. Кондрашкова Г.А., Леонтьев В.Н., Шапоров О.М. Автоматизация технологических процессов производства бумаги. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 328 с.

References

1. Ivanov S.N. Tekhnologiya bumagi. Moskow, Shkola bumagi, 2006, 696 p.
2. Kugushev I.D. Teoriya i konstruktsiya mashin i oborudovaniya otrasli. Bumago- i kartonodelatelnyye mash-

iny.St. Petersburg, Izdatelstvo Politekhnikeskogo universiteta, 2006, 588 p.

3. Tshshkovskiy E.V., Piryach N.S., Yerakshin G.D Spravochnik po avtomatizatsii tsellyulozno-bumazhnykh predpriyatiy. Moscow,Lesnaya promyshlennost, 1989, 368 p.
4. Primakov S.F. Proizvodstvo bumagi.Moscow, Lesnaya promyshlennost, 1987, 354 p.
5. Flyate D.M. Tekhnologiya bumagi. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 1988, 440 p.
6. Petrov V.P., Zorin I.F., Rogulskaya S.A. Upravlenie protsessami tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 1981, 272 p.
7. Piryach N.S. Matematicheskoye opisaniye dinamiki napsuknykh kamer bystrokhodnykh bumagodelatelnykh mashin / Sb. nachn. tr. UkrNIIB. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 1972, no. 15, pp. 100–113.
8. Frenke R. Matematicheskoye modelirovaniye v khimicheskoy tekhnologii. Moscow, Khimiya [Chemistry], 1971, 272 p.
9. Voroshilov M.S., Balmasov Ye.Ya. Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. Moscow, Goslesbumizdat, 1960, 471 p.
10. Piryach N.S., Piryach V.S. Avtomaticheskoye regulirovaniye i regulatory v tsellyulozno-bumazhnoy, lesokhimicheskoy i derevoobrabatyvayushchey promyshlennosti /uchebn. dlya tekhn. Moscow, Lesnayapromyshlennost, 1983, 264 p.
11. Tshshkovskiy E.V., Piryach N.S., Yerashkin G.D Spravochnik po avtomatizatsii tsellyulozno-bumazhnykh predpriyatiy. Moscow,Lesnayapromyshlennost, 1989, 368 p.
12. Dreyper N., Smit G. Prikladnoy regressiionnyy analiz. Mnozhestvennaya regressiya = Applied Regression Analysis. 3-e izd. Moscow,«Dialektika», 2007, 912 p.
13. Spravochnik po avtomatizatsii tsellyulozno-bumazhnykh predpriyatiy / E.V. Tshshkovskiy, N.S. Piryach, G.D. Erashkin i dr. Moscow, Lesnayapromyshlennost, 1989, 368 p.
14. Shamson A.S., Piryach N.S. Avtomatizatsiya napornykh yashchikov bystrokhodnykh bumagodelatelnykh mashin. Moscow, Lesnayapromyshlennost, 1965, 104 p.
15. Kondrashkova G.A., Leontyev V.N., Shaporov O.M. Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov proizvodstva bumagi. Moscow, Lesnayapromyshlennost, 1989, 328 p.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Цаплин А.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой общей физики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 621.311.238:004.438.023

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Килин Г.А., Один К.А., Кавалеров Б.В.

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: oka54@mail.ru*

Газотурбинные установки (ГТУ) наземных версий применения, созданные на базе авиационных двигателей, широко применяются в различных областях, например, для привода электрогенераторов на электростанциях малой и средней мощности. Математические модели ГТУ, полученные в ходе проведения экспериментов, играют важную роль в задачах совершенствования систем автоматического управления (САУ) ГТУ. Данные модели могут применяться в следующих случаях: для настройки САУ ГТУ, для диагностики, для испытания стендов. Именно по этой причине структурно-параметрическая идентификация ГТУ является актуальной задачей. Для задачи структурно-параметрической идентификации был выбран генетический алгоритм за счет его простоты и возможности распараллеливания вычислений. Показано, что полученная в результате работы генетического алгоритма структура нелинейной модели ГТУ может иметь лучшую степень адекватности по сравнению с исходной линейной моделью. Подобные модели ГТУ могут найти применение в составе перспективных адаптивных САУ ГТУ для электроэнергетики.

Ключевые слова: идентификация, моделирование, газотурбинная установка, генетический алгоритм, метод наименьших квадратов, программирование, архитектура, качество кода, Java, UML диаграмма классов

STRUCTURE-PARAMETRIC IDENTIFICATION OF GAS-TURBINE UNIT MODEL ON THE BASIS OF GENETIC ALGORITHM

Kilin G.A., Odin K.A., Kavalеров B.V.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: oka54@mail.ru

The gas-turbine units (GTU) of land versions of application created based on aviation engines widely are applied in various areas, for example to the drive of electric generators at power plants of low and middle power. The GTU mathematical models received during experiments play an important role on problems of improvement of GTU automatic control systems (ACS). These models can be apply in the following cases: for the ACS tunings, for diagnostics, for stands testing. For this reason, GTU structural and parametrical identification is an actual objective. For an objective of structural and parametrical identification, the genetic algorithm due to its simplicity and the possibility of parallel computing. It is show that structure of GTU nonlinear model the resulting of due operate the genetic algorithm may have a better degree of adequacy compared to the original linear model. Such GTU models can be use in the composition of prospective adaptive ACS gas turbines for electricity.

Keywords: identification, modeling, gas-turbine unit, genetic algorithm, ordinary least squares, programming, architecture, code quality, Java, UML class diagram

Наземные газотурбинные установки (ГТУ), которые создаются на базе авиационных двигателей, находят широкое применение для привода электрогенераторов на электростанциях малой и средней мощности [5]. Полученные на основе экспериментальных данных математической модели таких ГТУ имеют важное значение для совершенствования систем автоматического управления (САУ) ГТУ. Математические модели ГТУ находят разнообразное применение: они служат для испытания САУ на полунатурных стендах, для повышения надежности САУ, для настройки и оптимизации САУ, для диагностики, для формирования алгоритмов адаптивного управления. Поэтому исследование возможностей структурно-параметрической идентификации при создании многофункциональных моделей

электроэнергетических ГТУ является сегодня актуальной задачей.

Опубликованные в статье результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 13.832.2014/К.

Описание алгоритма структурно-параметрической идентификации

Задача структурной идентификации решается выбором системы нелинейных уравнений, наилучшим образом описывающих экспериментальные данные. В дальнейшем рассматриваются нелинейности вида произведения переменных. Перед тем как оценивать адекватность системы уравнений, для каждой из них должна быть решена задача параметрической идентификации. При этом решение задачи параметрической

идентификации модели ГТУ ранее рассмотрено в работе [2]. Выбор структуры отдельного уравнения системы производится варьированием количества задействован-

$$y_i = a_1 \cdot x_1 + \dots + a_n \cdot x_n + a_{n+1} \cdot x_k \cdot \dots \cdot x_d + \dots + a_{n+m} \cdot x_l \cdot \dots \cdot x_e, \quad (1)$$

где i – номер уравнения в системе; a_1, a_n, a_{n+m} – коэффициенты уравнения; n – количество переменных, задействованных в идентификации (для модели ГТУ в упрощенном случае это: расход топлива; частота вращения турбокомпрессора; частота вращения свободной турбины; мощность нагрузки); m – количество коэффициентов нелинейной

ных переменных линейной части уравнения, количеством слагаемых нелинейной части уравнения и составом перемножаемых переменных:

части уравнения; k, d, l, e – некоторые перемножаемые переменные нелинейной части уравнения.

При этом нелинейное уравнение можно формально представить в виде линейного путем замены произведений переменных нелинейной части некоторыми условными переменными:

$$y_i = a_1 \cdot x_1 + \dots + a_n \cdot x_n + a_{n+1} \cdot d_1 + \dots + a_{n+m} \cdot d_m, \quad (2)$$

где d – произведение переменных x .

После такого преобразования на уравнение (2) можно распространить алгоритм параметрической идентификации [2].

Таким образом, решение задачи структурной идентификации представляет собой оптимизационную задачу, в которой критерием является отклонение модельных данных от экспериментальных, например, по методу наименьших квадратов. Данную задачу сложно представить для решения специализированными методами поиска локального и глобального минимума. Предварительные исследования показали, что наиболее просто она решается посредством генетического алгоритма.

При этом фитнес-функция генетического алгоритма изображена блок-схемой алгоритма на рис. 1.

Критерий отбора модели на основе адекватности модели включает все выходные переменные модели:

$$S = teil_{gt} + teil_{ntk} + teil_{nct} + \dots \quad (3)$$

где S – критерий отбора модели; $teil_{gt}, teil_{ntk}, teil_{nct}$ – меры адекватности модели по переменным расхода топлива, частоты вращения турбокомпрессора и свободной турбины соответственно, рассчитанные по методу Тейла [4].

Кроме того, критерий отбора включает ограничения на каждую меру адекватности. При выходе за ограничения мера адекватности умножается на повышающий коэффициент, который растет с дальнейшим увеличением меры адекватности. Начальное значение повышающего коэффициента равно количеству мер адекватностей, включенных в критерий.

Генотип и соответствующий ему фенотип для уравнений с нелинейностями в виде умножения нескольких переменных представляется в следующем виде.

Реализация алгоритма

При тестировании собственных алгоритмов исследователи прибегают к реализации их на одном из языков программирования. Большое значение для достижения резуль-

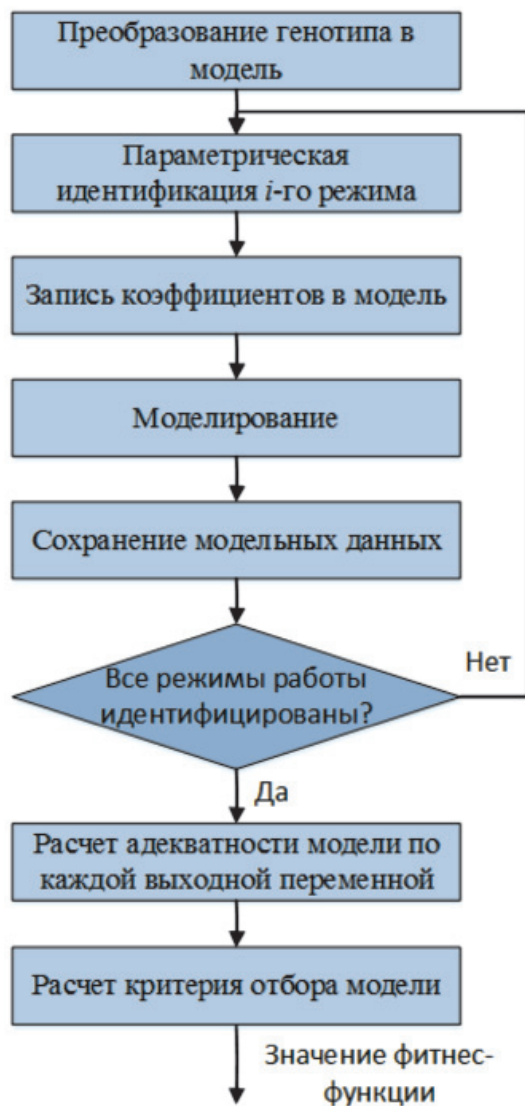


Рис. 1. Алгоритм расчета фитнес-функции

тата при этом имеет качество программного кода, включая архитектуру. В первую очередь неаккуратная архитектура или её отсутствие может сильно затруднить и ограничить разработчика в решении задачи. Кроме того, значение качества кода растет при увеличении команды разработчиков. К критериям оценки качества кода относятся: структурированность; читабельность; краткость;

сопровожаемость; надежность; эффективность; безопасность; тестируемость и другие. При низком качестве кода в течение разработки программы количество ошибок в ней растет, скорость и мотивация дальнейшей разработки падает. В своей книге [3] Роберт Мартин демонстрирует график этой зависимости и методы увеличения качества кода программного обеспечения.

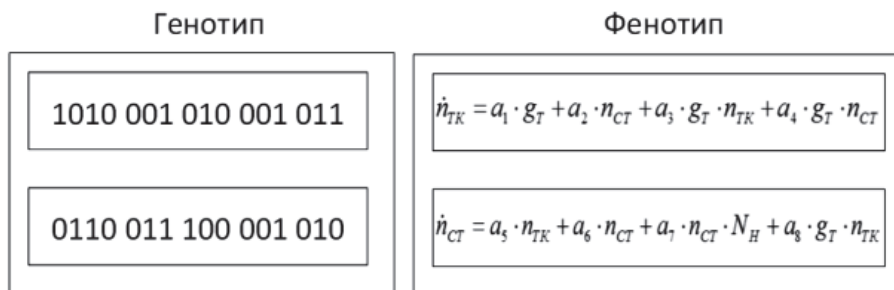


Рис. 2. Генотип и фенотип при решении задачи структурной идентификации модели ГТУ генетическим алгоритмом (g_T – расход топлива, n_{TK} – частота вращения турбокомпрессора, n_{CT} – частота вращения свободной турбины, N_H – мощность нагрузки, $a_1 \dots a_8$ – коэффициенты)

Алгоритм был реализован на языке программирования *Java*. На рис. 3 представлена упрощенная диаграмма классов *UML* структурной идентификации. Использование интерфейсов позволяет абстрагироваться от реализаций и предоставляет гибкость их замены. А разбиение программы на классы и модули и минимальная связность между ними увеличивает читабельность и простоту отладки.

Моделирование и генетический алгоритм реализуются независимыми модулями без привязки к частной задаче. Модуль параметрической идентификации адаптирован под модель, приводимую к линейному виду (2). Структурная же идентификация модели интегрируется в генетический алгоритм посредством реализации классов фитнес функции (*Fitness Model Calculator*) и создателя хромосомы (*Equation Chromosome Creator*). *Equation Chromosome Creator* необходим для задания ограничений на хромосомы в конкретной решаемой задаче.

В реализации калькулятора фитнес-функции (класс *Fitness Model Calculator*) присутствует обращение к блокам параметрической идентификации модели и моделирования. Для исключения повторения операции моделирования при дублировании генотипов используется кэш

значений фитнес-функций по уникальному хэш-коду генотипа:

$$hash = \sum_{i=0}^{n-1} k \cdot 2^i, \quad (4)$$

где n – суммарное количество генов в генотипе; i – индекс гена генотипа; k – значение гена (единица или ноль).

При нехватке размера типа *Long* для хранения хэш-кода в *Java* может быть использован тип *Big Decimal*. Помимо этого использование параллельных вычислений ускоряет выполнение алгоритма.

Результаты экспериментов

Ранее была получена структура линейной модели в ходе проведения большого количества экспериментов, на что потребовалось затратить значительное количество времени. При использовании же автоматической структурно-параметрической идентификации посредством генетического алгоритма поиск нелинейной модели сократился до нескольких минут, помимо этого меры адекватности улучшились.

Структура нелинейной модели ГТУ для газотурбинной электростанции (ГТЭС), полученная в ходе работы генетического алгоритма в виде двух уравнений.

Уравнение частоты вращения турбокомпрессора:

$$\dot{n}_{TK} = a_{11} g_T + a_{12} n_{TK} + a_{13} n_{CT} + a_{14} n_{TK} n_{TK} + a_{15} n_{TK} g_T. \quad (5)$$

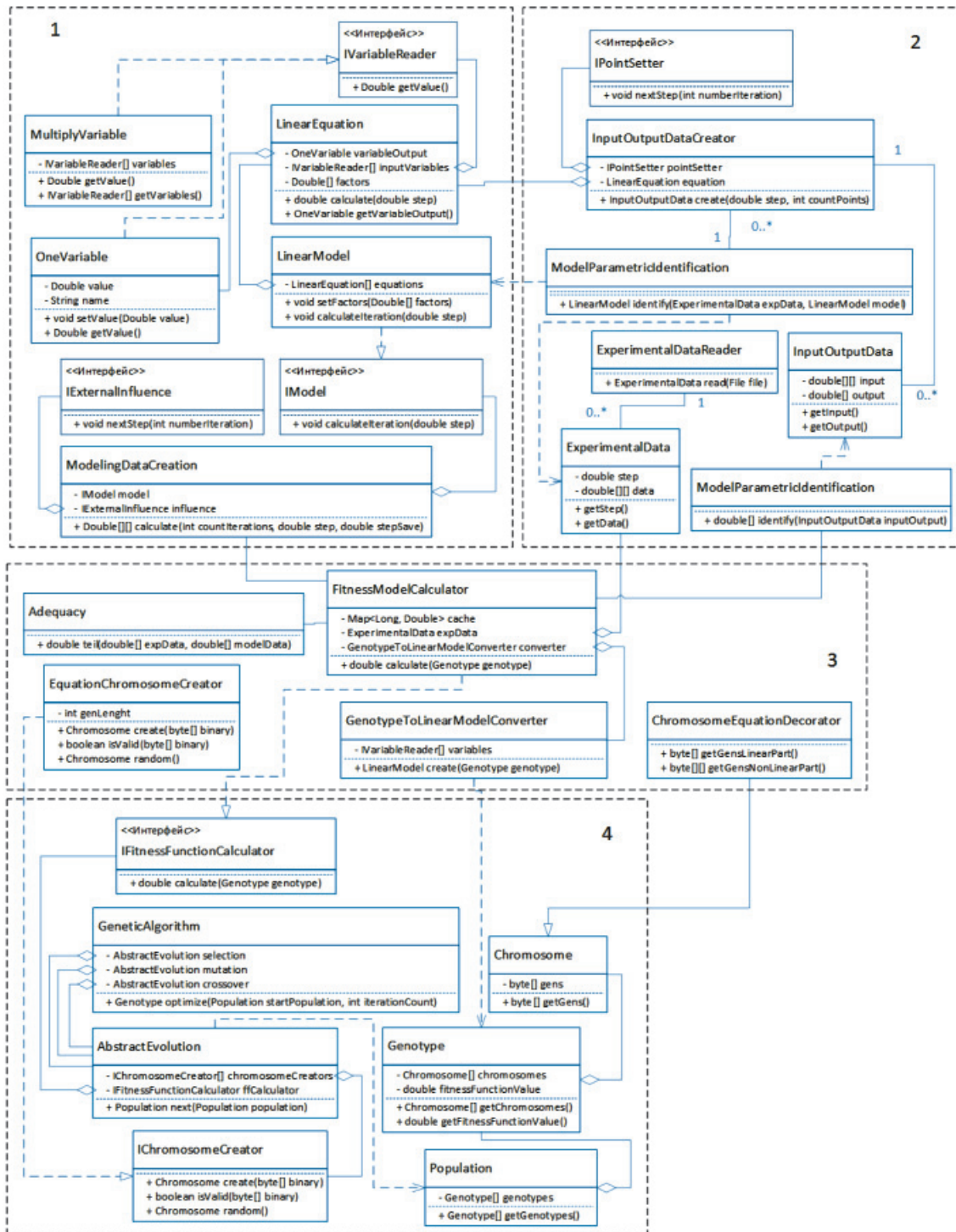


Рис. 3. Упрощенная UML диаграмма классов модуля структурной идентификации: 1 – модуль моделирования; 2 – модуль параметрической идентификации; 3 – структурно-параметрическая идентификация модели; 4 – модуль генетического алгоритма

Уравнение частоты вращения свободной турбины:

$$\dot{n}_{CT} = a_{21}g_T + a_{22}n_{TK} + a_{23}n_{CT} + a_{24}g_T N_H + a_{25}n_{TK}n_{TK}. \quad (6)$$

где g_T – расход топлива; n_{TK} – частота вращения ротора турбокомпрессора; n_{CT} – частота вращения ротора свободной турбины; N_H – нагрузка на валу.

Коэффициенты a_{ij} непрерывно изменяются с помощью интерполяции по таблице в зависимости от режима работы ГТУ. Таблица таких коэффициентов предварительно формируется в результате параме-

трической идентификации для нескольких выбранных режимов работы ГТЭС.

На рис. 4 отображено сравнение экспериментальных и модельных данных для режима сброса нагрузки.

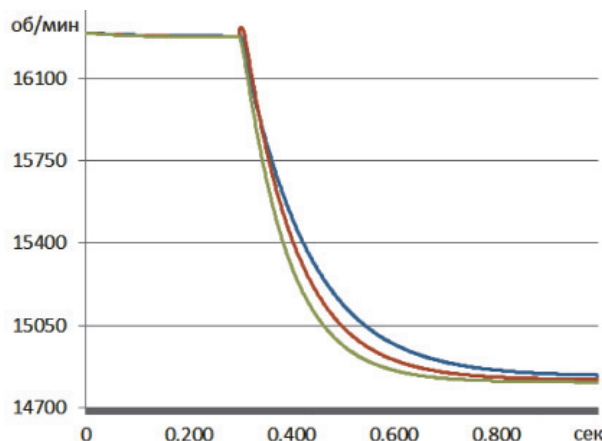


Рис. 4. Графики частоты вращения свободной турбины (оранжевая – экспериментальная, голубая – модельная линейной модели, розовая – модельная нелинейной модели)

Полученная модель ГТУ показала лучшую адекватность по сравнению с исходной линейной по методу Тейла [5]. Для линейной модели значение меры адекватности составило 0,0041, а для нелинейной – 0,002.

Выводы

Полученная в результате работы генетического алгоритма нелинейная математическая модель ГТУ может обеспечивать лучшую адекватность по сравнению с линейной моделью для выбранных режимов работы. Она может быть использована в составе перспективных адаптивных САУ. Разработанное программное обеспечение позволяет строить математические модели и проводить моделирование не только для газотурбинных установок, но может быть адаптировано и под другие объекты. В свою очередь реализация генетического алгоритма легко адаптируется под различные оптимизационные задачи.

Список литературы

1. Кавалеров Б.В. Математическое моделирование в задачах автоматизации испытаний систем управления энергетических газотурбинных установок // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – № 1. – С. 74–83.
2. Кавалеров Б.В., Килин Г.А., Один К.А. Всережимная быстрорешаемая модель газотурбинной газоперекачивающей установки // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – № 2. – С. 042–047.
3. Роберт Мартин Чистый код: Создание, анализ и рефакторинг. Библиотека программиста. – СПб.: Питер, 2010. – 464 с.: ил.

4. Тейл Г. Эконометрические прогнозы и принятие решений. – М.: Статистика, 1971. – 488 с.

5. Polulyakh A.I., Lisovin I.G., KavaleroV B.V., Shigapov A.A. Automating controller tuning for gas-turbine mini power stations in computer testing // Automation and Remote Control. – 2014. – Vol. 75. – Iss. 7. – P. 1330–1336.

References

1. KavaleroV B.V. Matematicheskoe modelirovanie v zadachah avtomatizacii ispytanij sistem upravlenija jenergeticheskikh gazoturbinnih ustanovok // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. no. 1. pp. 74–83.
2. KavaleroV B.V., Kilin G.A., Odin K.A. Vserezhimnaja bystroreshaemaja model' gazoturbinnnoj gazoperekachivajushhej ustanovki // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii. 2013.no. 2. pp. 042–047.
3. Robert Martin Chistyj kod: Sozdanie, analiz i refaktoriring. Biblioteka programmista. SPb.: Piter, 2010. 464 p.: il.
4. Tejl G. Jekonometricheskie prognozy i prinjatje reshenij. M.: Statistika, 1971. 488 p.
5. Polulyakh A.I., Lisovin I.G., KavaleroV B.V., Shigapov A.A. Automating controller tuning for gas-turbine mini power stations in computer testing // Automation and Remote Control. 2014. Vol. 75. Iss. 7. pp. 1330–1336.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Цаплин А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Общая физика» Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 62-52.001.63

**ПРИНЦИП ОПТИМАЛЬНОСТИ, МЕТОД И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СИНТЕЗА
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОЛНОЙ ОБРАТНОЙ
СВЯЗЬЮ ПО СОСТОЯНИЮ**

Коломыцев В.Г., Рустамханова Г.И.

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: rgi@etf.pstu.ru*

В статье рассматривается постановка задачи и методика многокритериального интеллектуального синтеза автоматических систем с полной обратной связью по состоянию. Постановка задачи приведена в обобщенном виде на примере замкнутой системы управления объектом третьего порядка. В качестве критерия оптимальности предлагается обобщенный функционал основных показателей качества переходного процесса в пространстве параметров заданной спектральной функции системы. На основании сформулированного принципа оптимальности разработан формализованный механизм принятия решения в условиях конкурирующих целей и отсутствия четкой информации о структуре предпочтений исследователя. Алгоритм включает в себя анализ работы системы в окрестности базового ансамбля параметров, определение направления изменения параметров и их коррекцию на основании модельного эксперимента. Приведена структурная схема алгоритма нахождения значений полюсов спектральной функции, доставляющей максимум функционалу.

Ключевые слова: синтез оптимальных систем управления, задачи многокритериального управления

**THE PRINCIPLE OF OPTIMALITY, METHODOLOGY AND FORMULATION
OF THE PROBLEM FOR MULTI-CRITERIA PREDICTIVE SYNTHESIS
OF STATE FEEDBACK CONTROL SYSTEMS**

Kolomytsev V.G., Rustamkhanova G.I.

Perm national research polytechnical university, Perm, e-mail: rgi@etf.pstu.ru

The article deals with the problem of synthesis of optimal control systems with feedback. We consider the formulation of the problem and methods of multi-criteria predictive synthesis of full state feedback control systems. Statement of the problem is shown by the example of closed-loop control object of the third order. As a target function is proposed to use the composed function of the transient characteristics. The problem is solved in the state space of the target spectral function. We have formulated the principle of optimality and proposed decision-making mechanism in conditions of competing objectives and a lack of clear information about the structure of preferences of the researcher. The algorithm will include an analysis of the system at a point of the base vector of parameters, their values change the method of steepest descent and correction on the basis of experimental evidence. The paper shows the diagram of the algorithm for finding the values of the poles of the spectral function which delivers maximum of composite function.

Keywords: optimization synthesis of control systems, multi-criterion control problems

Задачи проектирования автоматизированных систем многокритериальны: чем больше критериев качества вводится в рассмотрение, тем более полную характеристику достоинств и недостатков проектируемой системы получает конструктор. Проектирование систем с учетом многих критериев качества обычно имеет характер эвристического итерационного процесса путём мысленного творческого системного анализа и синтеза [6]. Поскольку метод аналитического выражения связи параметров полюсов спектральной функции с показателями качества замкнутой системы, оптимальной по многим критериям и удовлетворяющей поставленным ограничениям, к настоящему времени не разработан, целевая функция задана неявно, система оценивается как количественными, так и качественными критериями, то аналитические методы решения неприменимы.

Формальные обобщенные методы принятия решений, основанные на правилах сравнения вариантов или на сформулированных обобщенных целевых функциях, рассматривает абстрактная математическая теория векторной оптимизации [2]. Выбор оптимальной альтернативы в этих методах осуществляется в неитерационном аспекте, ибо принятое правило выбора (или целевая функция) не корректируются по результатам принятого решения [2, 3]. При проектировании автоматизированных систем многокритериальная оптимизация не может решаться целиком формализованным путем [2, 4, 5]. Выбор функционала и механизма принятия решения, их уточнение производится лицом, принимающим решение, итерационно, то есть с коррекцией по полученным (например, путем моделирования) результатам. Интеллектуальные методы принятия решений характерны тем, что

требуют лишь частичной информации о степени предпочтений конструктора, не накладывая строгих ограничений на ее структуру.

Постановка многокритериальной задачи оптимального расположения полюсов спектральной функции на комплексной плоскости автоматической системы

Без ограничения общности конкретизируем постановку задачи оптимального управления объектом третьего порядка, где требуемая спектральная функция замкнутой системы имеет три изменяемых полюса.

1. Формулирование цели исследования (цели управления).

В обобщенной форме цель управления – формирование переходной функции с оптимальными показателями качества путем максимизации функционала качества $F(x)$, выраженного через частные целевые функции качества.

1.1. Технологическая цель (формулирование цели в содержательном аспекте; выражает граничные условия): перейти из одного заданного состояния в другое с предельно возможными быстродействием и точностью.

1.2. Математическая цель (формулирование цели в формальном аспекте; оптимизация параметров полюсов требуемой спектральной функции замкнутой системы путем максимизации функционала качества): найти вектор $\vec{x} = (p1, p21, p22)$, при котором формируется такой закон изменения во времени управления $u(t)$ на объект, при котором система при заданных ограничениях перейдет из одного заданного состояния в другое таким образом, что функционал качества $F(x)$ получит при найденном $\vec{x}_{\text{опт}}$ наибольшее значение.

Составляющие вектора $\vec{x}_{\text{опт}}$:

$p1$ – действительный полюс;

$p21$ – действительная часть комплексного полюса $p2$;

$p22$ – мнимая часть комплексного полюса $p2$.

2. Формирование множества критериев качества управления:

2.1. Время регулирования (быстрое затухание переходного процесса благотворно влияет на износ механических передач, энергетику привода и производительность установки) t_p , с.

2.2. Перерегулирование σ , %.

2.3. Время нарастания переходной характеристики (Rise Time) – $t_{\text{нр}}$, с.

2.4. Максимальное отклонение регулируемой координаты от требуемого значения при действии возмущающих факторов.

Требование минимума по возмущающему воздействию фактически является тре-

бованием инвариантности до ε (или ограниченной чувствительности) к вариации внешних возмущений;

2.5. Статическая точность работы системы (Final – установившееся значение выходной функции) – $h_{\text{уст}}$.

2.6. Динамическая точность работы системы:

$$I = \int_0^{\infty} x^2 dt$$

– интегральная оценка дина-

мической точности работы системы. Обобщенный критерий (цель управления, выраженная через функционал качества управления) конструируется эвристически исследователем.

3. Формирование множества альтернатив (множество векторов заданного пространства параметров).

Изменяемые параметры требуемой спектральной функции системы:

3.1. Величина действительного полюса $p1$;

3.2. Величина действительной части комплексного полюса $p21$;

3.3. Величина мнимой части комплексного полюса $p22$.

4. Формирование множества ограничений.

4.1. Функциональные ограничения, представляющие собой системы дифференциальных или разностных уравнений, ограничивающих возможные способы движения системы, выраженные в форме требуемой спектральной характеристики системы.

4.2. Параметрические ограничения: требование положительности параметра $p22$ и отрицательности $p1$ и $p21$; ограничения в форме нестрогих неравенств.

4.3. Критериальные ограничения:

– запас устойчивости по модулю $\Delta L \geq 7$ дБ;

– запас устойчивости по фазе $\Delta\theta \geq 30^\circ$;

– допустимая величина коэффициента усиления на высоких частотах последовательного стабилизирующего устройства $L_c(\infty)$, дБ.

4.4. Ограничения, представляющие собой системы алгебраических уравнений или неравенств, выражающих ограниченность ресурсов или иных величин, используемых при управлении. Ограничения выражены в форме нестрогих неравенств.

Метод выбора оптимальных параметров требуемой спектральной функции автоматической системы

Пусть обобщенная цель проектирования автоматизированной системы есть оптимальный перевод системы из одной точки пространства состояний в другую. И хотя для каждого режима технологического процесса можно указать обобщенную

главную цель, процессы управления объектами должны удовлетворять множеству требований, выраженных в виде максимума (или минимума) некоторых целевых функций и ограничений. Выразим главную цель исследования в форме максимизируемого функционала (обобщенного критерия оптимальности), аргументами которого выступают целевые функции:

$$F(x) = I[t_p(x), \sigma(x), RT(x), Fin(x)],$$

где X – пространство параметров требуемой спектральной функции системы; $F(x)$ – гиперповерхность функционала качества, причем элемент $x = (p1, p21, p22)$; $p1$ – действительный полюс спектральной функции замкнутой системы; $p21$ – действительная часть комплексного полюса спектральной функции замкнутой системы; $p22$ – мнимая часть комплексного полюса спектральной функции замкнутой системы; $t_p(x)$ – время затухания переходного процесса, с; $\sigma(x)$ – перерегулирование, %; $RT(x)$ – (Rise Time) время нарастания переходной характеристики системы; $Fin(x)$ – (Final) установившееся значение переходной характеристики системы.

$L_c(\infty)$ – передаточный коэффициент в логарифмическом масштабе последовательного стабилизирующего алгоритма на высоких частотах, дБ.

ΔL – запас устойчивости по модулю, дБ.

$\Delta\theta$ – запас устойчивости по фазе, град.

Предположим, что функционал $F(x)$ имеет первые частные производные. Величины приращений настраиваемых параметров в базовых точках пространства состояний требуемой спектральной функции устанавливаем пропорциональными проекциям градиента $\vec{G}(x)$ целевого функционала в пространстве этих параметров:

$$\vec{G}(x) = \frac{\partial I}{\partial p1} \vec{i}_{p1} + \frac{\partial I}{\partial p21} \vec{i}_{p21} + \frac{\partial I}{\partial p22} \vec{i}_{p22}.$$

Сформулируем в словесной форме интеллектуальный принцип оптимальности, воплощенный в механизм и алгоритм выбора оптимальной альтернативы:

«Оптимальное движение объекта обладает тем свойством, что каковы бы ни были исходные параметры линейной системы и базовый ансамбль параметров полюсов требуемой спектральной функции замкнутой системы, найдется такой вектор параметров полюсов спектральной функции, при котором функционал качества, сформированный эвристически конструктором на основе выбранного им множества частных целевых функций с установкой рангового приоритета, получит максимальное значение».

Механизм выбора оптимального решения включает следующие элементы: систему критериев, ограничения, функционал качества, градиент качества, структуру предпочтений исследователя, проецируемую на систему критериев, системный анализ, отношение предпочтительности и гипотезы.

Структурная схема алгоритма механизма выбора оптимальной альтернативы приведена на рисунке.

Работает механизм выбора оптимальной альтернативы следующим образом. Пусть проведены модельные эксперименты в базовой точке параметров и ее окрестности и сформирована структура предпочтений исследователя на системе критериев путем классификации критериев на количественные и качественные, упорядочения критериев по важности и установке градационной близости критериев (тем самым формируется многокритериальный виртуальный образ качества работы системы). Затем исследуется функционал качества $F(x)$ в окрестности базового ансамбля параметров сравнением критериев в точках покоординатного приращения параметров с базовыми значениями критериев:

– определяется знак приращения каждого из параметров, при котором качество системы повышается;

– определяется чувствительность критериев к изменению каждого из параметров требуемой спектральной функции;

– оценивается влияние на критерии ограничений оптимизируемых параметров;

– производится упорядочение параметров по чувствительности критериев к заданным величинам приращений параметров;

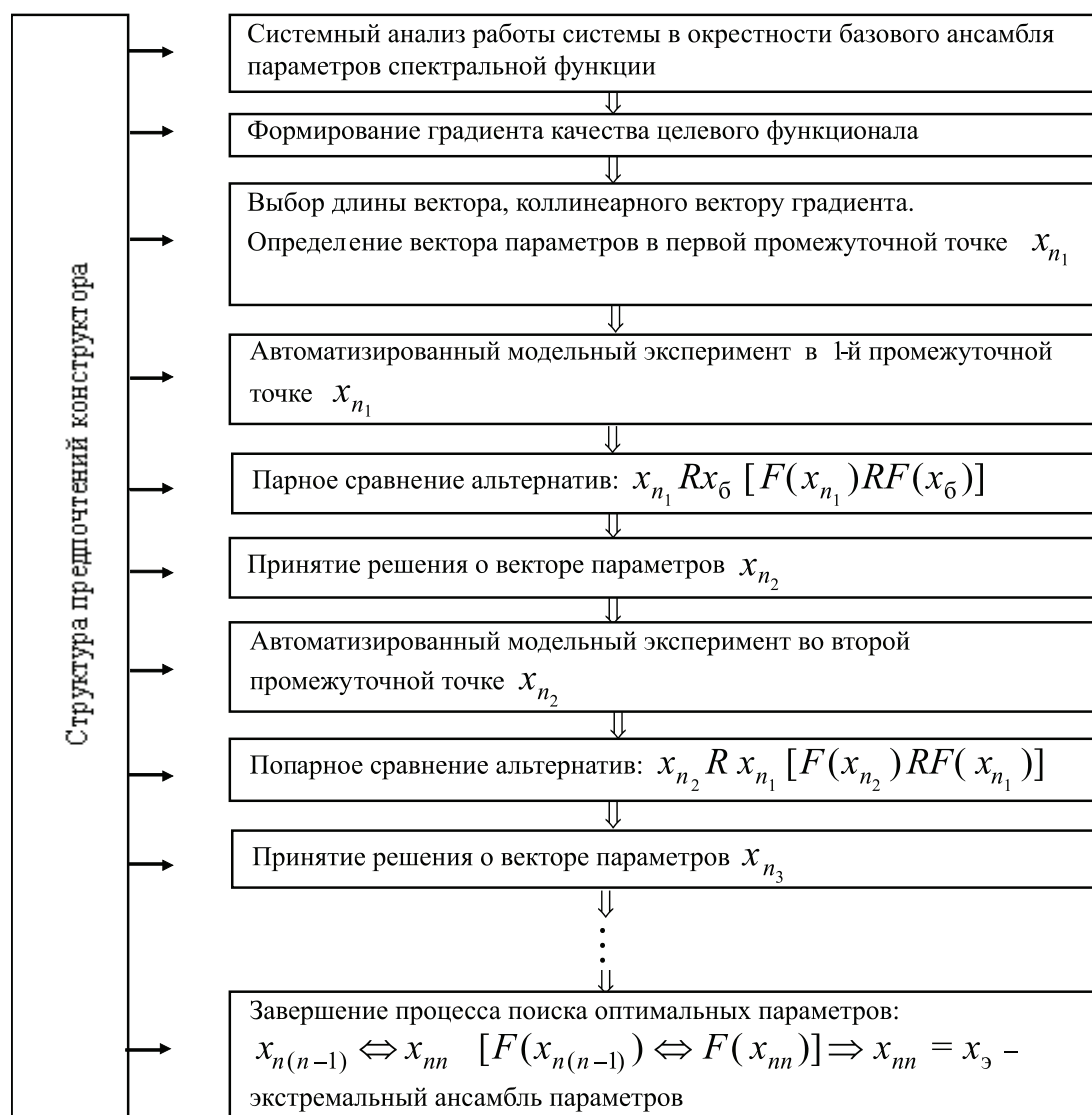
– выделяются параметры, существенно влияющие на качество работы системы.

Методика анализа качества работы системы по экспериментальным данным следующая.

Пусть известны результаты экспериментов, полученные путем изменения оптимизируемых параметров на некоторую фиксированную величину, например на 10% от их базовых значений, и проведены структуризация критериев путем их упорядочения по важности, классификация критериев на количественные и качественные, установлена градационная близость критериев. Тогда формы вербального анализа могут быть следующими:

– анализ влияния каждого из оптимизируемых параметров на изменение показателей качества системы;

– экстраполяционный синтез оптимизируемых параметров с целью повышения качества работы системы по каждой целевой функции;



Структурная схема алгоритма работы механизма выбора оптимальной альтернативы

– выводы по результатам исследования: в каком направлении и насколько следует изменять каждый параметр, чтобы улучшить значения наиболее чувствительных к изменению этого параметра и важных показателей качества;

– анализ чувствительности системы к изменениям параметров путем определения частных производных целевых функций по каждому из параметров ($\frac{\partial t_p}{\partial p1}$, $\frac{\partial t_p}{\partial p21}$, $\frac{\partial t_p}{\partial p22}$, $\frac{\partial \sigma}{\partial p1}$ и т.д.);

– построение и анализ таблиц данных, где приведены оптимизируемые параметры, оценка их влияния на все критерии и ограничения.

В результате исследования определяется знак приращения по каждому из параметров, то есть определяется ортант расположения градиента качества, затем выбираются величины покоординатных приращений параметров. Далее проводится расчет новых значений параметров полюсов передаточной функции и производятся модельные эксперименты в первой промежуточной точке, результаты которых сравниваются с базовыми. По результатам анализа качества работы системы в первой промежуточной точке определяется направление и осуществляется выбор покоординатных приращений для перехода во вторую промежуточную точку и т.д. до момента фиксирования экстремума.

Список литературы

1. Жуковский В.И., Салуквадзе М.Е. Многокритериальные задачи управления в условиях неопределенности. – Тбилиси: Изд-во «Мецниереба», 1991. – 128 с.
2. Жуковский В.И., Салуквадзе М.Е. Риски и исходы в многокритериальных задачах управления. – Тбилиси: Изд-во «Интеллекти» 2004. – 358 с.
3. Подиновский В.В. Интервальные оценки важности критериев в многокритериальной оптимизации // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2002. – № 10. – С. 19–21.
4. Подиновский В.В. Проблема выбора нескольких лучших объектов при неполной информации о предпочтениях // Сборник трудов Четвертой Международной конференции по проблемам управления, 26–30 января 2009 г. – М.: ИПУ РАН, 2009. – С. 1059–1066.
5. Салуквадзе М.Е. Задачи векторной оптимизации в теории управления. – Тбилиси: Мецниереба, 1975. – 202 с.
6. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987. – 712 с.
7. Dorf Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний: ЮНИМЕДИА-СТАЙЛ, 2004. – 832 с.

References

1. Zhukovskiy V.I., Salukvadze M.E. *Mnogokriterial'nye zadachi upravleniya v usloviyah neopredelennosti* [Multicriteria Control Problems in Conditions of Uncertainty], Tbilisi, Metsniereba Publ., 1991.

2. Zhukovskiy V.I., Salukvadze M.E. *Riski i ishody v mnogokriterial'nyh zadachah upravleniya* [Risks and Results in Multicriteria Control Problems], Tbilisi, Intelekti Publ., 2004.

3. Podinovskiy V.V. Interval estimators for criterion importance in multicriterion optimization, *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. 2002. Vol. 36. No. 5. pp. 46–50.

4. Podinovskiy V.V. The choice of several best objects with respect to a partial preference relation, *Doklady Mathematics*. 2009. Vol. 79. pp. 141–143.

5. Salukvadze M.E. *Vector-valued optimization problems in control theory*, Academic Press Inc. (London), 1979.

6. *Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya* [Handbook on automatic control theory]. Ed. by Krasovskiy A.A. Moscow, 19. Nauka Publ., 1987.

7. Dorf R.C., Bishop R.H. *Modern control systems*, – 10th edition – Prentice Hall, 2002.

Рецензенты:

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ ТОКА И СКОРОСТИ В СИСТЕМЕ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Костыгов А.М., Солодкий Е.М., Даденков Д.А.

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

Рассмотрен синтез регуляторов тока и скорости в системе векторного управления вентильным двигателем с использованием среды визуального программирования *MexBIOS Development Studio*. В работе предложено к рассмотрению и исследованию один из способов построения систем векторного управления на основе настройки регуляторов по параметрам схемы замещения двигателя. В ходе проведенных исследований составлена структура векторного управления в среде визуального программирования и рассмотрена процедура синтеза регуляторов скорости и тока. В структуру регулятора тока включены блоки ограничения длины вектора и компенсации нелинейных перекрестных связей. Реализация предложенных алгоритмов управления выполнена в среде *MexBIOS Development Studio*. Посредством инструментов имитационного моделирования и на отладочном стенде проведен ряд успешных испытаний данной реализации системы векторного управления. Рассмотренная в работе реализация системы векторного управления может быть в дальнейшем использована для создания программной части станций частотного управления электроприводами.

Ключевые слова: векторное управление, вентильный двигатель, структура системы управления, регулятор скорости, регулятор тока, среда визуального программирования, имитационное моделирование, отладочный стенд

SYNTHESIS OF THE CURRENT AND SPEED REGULATORS IN THE VECTOR CONTROL SYSTEM FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MACHINE DRIVE

Kostygov A.M., Solodkiy E.M., Dadenkov D.A.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: dadenkov@mail.ru

This article describes the synthesis of current and speed regulators with respect to vector control systems for permanent magnet synchronous motors using *MexBIOS Development Studio* visual programming environment. In this paper we propose to consider and research one of the ways to build a vector control system based on finding regulators setting knowing the parameters of the motor equivalent circuit. In the course of the research the structure of vector control in the visual programming environment is composed and the procedure of synthesis of speed and current regulators is considered. The blocks of limiting the length of the vector and the compensation of non-linear cross-linking were including in the structure of the current regulator. Implementation of the proposed control algorithms implemented in the *MexBIOS Development Studio*. By means of simulation tools and debug stand a number of successful tests of the vector control system realization have been achieved. The implementation of vector control system considered in this work can be further used to create the software for the frequency drives.

Keywords: vector control, permanent magnet synchronous motor, control system structure, speed regulator, current regulator, the environment of visual programming, simulation, debugging stand

Векторное управление является на сегодняшний день одним из самых востребованных методов управления двигателями переменного тока, применяемых в преобразователях частоты. Современная линейка преобразователей частоты ведущих фирм производителей, таких как *Danfoss*, *ABB*, *Siemens*, включает в себя адаптивные методики настройки регуляторов по параметрам схемы замещения двигателя переменного тока, что в совокупности с методами автоидентификации этих параметров и использованием метода векторного управления дает высокое качество управления.

Современные системы управления частотно-регулируемого привода (СУ ЧРП) с использованием векторного управления требуют применения высокопроизводительных микропроцессорных систем. Для реализации цифрового управления двигателем

в составе управляющей аппаратной части необходимо иметь высокоточные и высокочастотные аналогово-цифровые преобразователи, генераторы ШИМ, микропроцессор с высокой производительностью. Вместе с этим становятся все более доступны по цене и характеристикам цифровые сигнальные процессоры (*DSP*), их производительность растет, что позволяет использовать их в системах управления двигателем и создавать на их основе СУ ЧРП.

В аппаратной части подобные системы имеют схожую архитектуру [8], и поэтому на передний план выходит алгоритмическое обеспечение данных систем управления. Программная реализация управления и желание повысить функциональные возможности и адаптировать СУ ЧРП к задачам управления двигателем заставляет обратить внимание на методы имитационного моде-

лирования, позволяющие проводить практическое и виртуальное проектирование электромеханических систем управления [4, 6].

Одним из классов систем векторного управления является управление синхронным двигателем с постоянными магнитами или вентильным двигателем (ВД). Следует отметить что в алгоритмах векторного управления вентильным двигателем отсутствует блок оценки потокосцепления ротора, что существенно облегчает реализацию системы управления, при этом повышается качество самого управления.

В данной работе исследуется один из способов построения векторного управления вентильным двигателем (ВД) на основе настройки регуляторов скорости и тока по параметрам схемы замещения синхронного двигателя.

Для моделирования и отладки алгоритмов векторного управления ВД используем визуальную среду разработки и моделирования программного обеспечения для встраиваемых систем управления электроприводами *MexBIOS Development Studio* [3]. Для целей проектирования систем управления электроприводами среда *MexBIOS Development Studio* предоставляет пользователю множество удобных инструментов разработки: создание собственных программ управления электродвигателями, моделирование работы системы управления и электромеханических объектов и систем, выполнение отладки программы, загруженной в микроконтроллер, создание собственных библиотек компонентов.

Структурная схема системы векторного управления представлена на рис. 1.

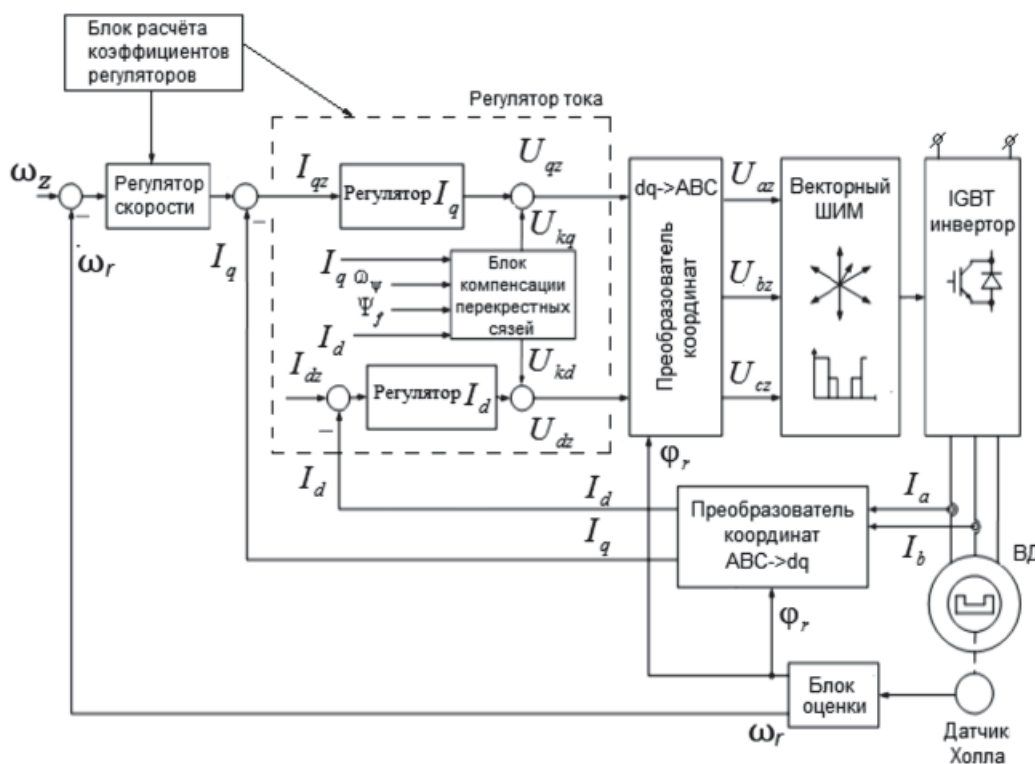


Рис. 1. Структура системы векторного управления

Для настройки регуляторов скорости и тока необходимо знать параметры двигателя: L_{sd} – индуктивность статора по оси d ; L_{sq} – индуктивность статора по оси q ; R_s – сопротивление статора; ψ_f – потокосцепление. В современных СУ ЧРП данные параметры могут находиться на этапе идентификации двигателя. Широко известны методики идентификации [2], с помощью которых можно сделать достаточно точную оценку параметров машины переменного тока. Параметры

двигателя могут быть получены в том числе и из паспортных данных. В системе векторного управления в данной работе параметры двигателя известны и не требуют уточнений.

Рассмотрим коротко процедуру синтеза регулятора скорости. Для этого запишем основное уравнение динамики движения электропривода в виде [1]:

$$\frac{d\omega_\psi}{dt} = -\frac{C}{J} \cdot \omega_\psi + \frac{T_e - T_L}{J}, \quad (1)$$

где C – коэффициент трения; T_e – электро-динамический момент; T_L – момент сопротивления; ω_ψ – электрическая скорость вращения ротора; J – момент инерции.

Электрическая скорость вращения ω_ψ определяется согласно выражению $\omega_\psi = p \cdot \omega_r$, где ω_r – скорость вращения ротора; p – число пар полюсов двигателя.

При настройке регулятора скорости принимаем в качестве желаемой передаточной функции апериодическое звено [1]. В результате синтеза получаем ПИ-регулятор скорости с передаточной функцией:

$$W_\omega(p) = K_{p\omega} + \frac{K_{i\omega}}{p}. \quad (2)$$

Параметры регулятора определяем согласно выражениям

$$K_{p\omega} = a_\omega \cdot J; \quad K_{i\omega} = a_\omega \cdot (C + C_a), \quad (3)$$

где $C_a = a_\omega \cdot J - C$.

Коэффициент a_ω выбирается как 1/50 от постоянной времени ПИ-регулятора тока. Реализация регулятора скорости в среде *Mex BIOS Development Studio* приведена на рис. 2.

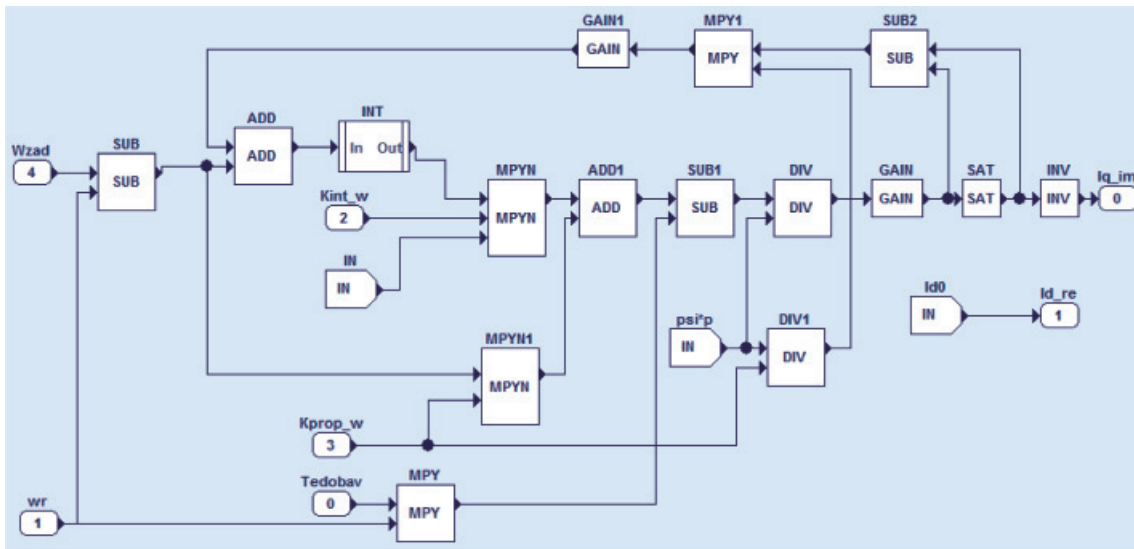


Рис. 2. Схема регулятора скорости в среде MexBIOS

Проведем синтез регуляторов уравнений равновесия ЭДС статора тока в осях d и q . Запишем систему в осях d – q :

$$\begin{cases} L_{Sd} \frac{dI_d}{dt} = U_d - R_S \cdot I_d - \omega_\psi \cdot L_{Sq} \cdot I_q; \\ L_{Sq} \frac{dI_q}{dt} = U_q - R_S \cdot I_q - \omega_\psi \cdot L_{Sd} \cdot I_d - \omega_\psi \cdot \Psi_f, \end{cases} \quad (4)$$

где U_d – напряжение статора по оси d ; U_q – напряжение статора по оси q ; L_{Sq} – индуктивность статора по оси q ; L_{Sd} – индуктивность статора по оси d ; I_q – ток статора по оси q ; I_d – ток статора по оси d ; R_S – сопротивление статора; ω_ψ – электрическая скорость вращения, Ψ_f – потокосцепление.

Для линеаризации системы уравнения и введения в систему регуляторов необходимо исключить из уравнений нелинейную часть:

$$\begin{cases} U'_d = \omega_\psi \cdot L_{Sq} \cdot I_q; \\ U'_q = \omega_\psi \cdot L_{Sd} \cdot I_d + \omega_\psi \cdot \Psi_f. \end{cases} \quad (5)$$

Далее, так как продольные и поперечные индуктивности в неявнополюсной машине близки по значению, а в явнополюсной равны, то справедливо в первом приближении для расчета регулятора принять $L_{Sq} = L_{Sd}$.

При настройке регулятора тока принимаем в качестве желаемой передаточной функции апериодическое звено [1]:

$$W_{\text{жел}}(p) = \frac{\bar{I}_{s,ref}(p)}{\bar{I}_s(p)} = \frac{a_c}{p + a_c}, \quad (6)$$

где a_c – частота среза апериодического звена.

При компенсации нелинейностей (5) в уравнениях (4) с учетом допущения ра-

венства продольной и поперечной индуктивности уравнения примут в векторной форме вид

$$L_{sd} \frac{d\vec{I}_s}{dt} = \vec{U}_{Sper2} - R_s \cdot \vec{I}_s. \quad (7)$$

На рис. 3 представлена общая структура регулятора тока совместно с моде-

лью. Структура приведена в векторной форме, причем векторы тока и напряжения статора могут быть получены переходом от системы $d-q$ координат на комплексную плоскость, где координата по оси d – действительная часть, а по оси q – мнимая часть комплексного числа, отображающего вектор.

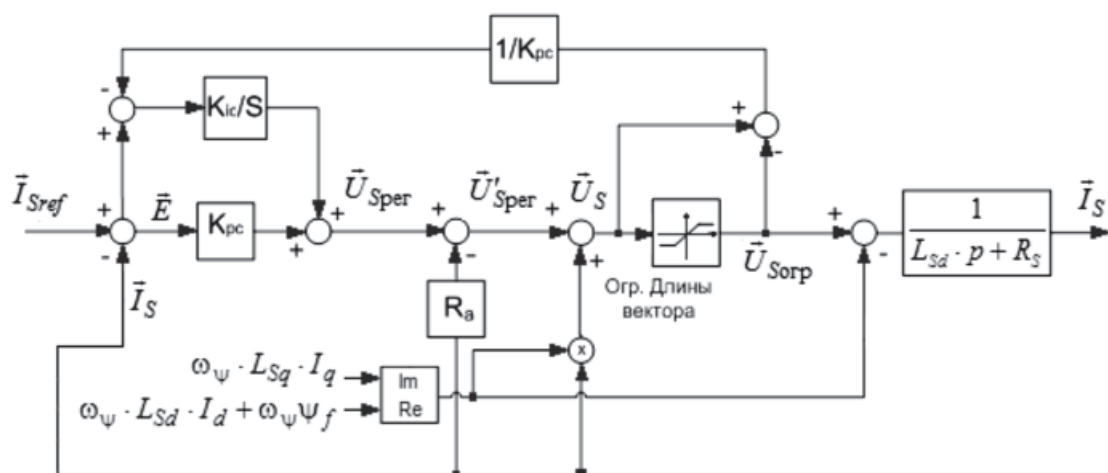


Рис. 3. Структура регулятора тока в векторной (комплексной) форме

Отношение $\vec{I}_s(p)$ к $\vec{U}'_{Sper}(p)$ выразится в виде передаточной функции

$$W(p) = \frac{1}{L_{sd} \cdot p + R_s}. \quad (8)$$

С учетом добавочного сопротивления R_a , охватывающего отрицательной обратной связью передаточную функцию (8), отношение $\vec{I}_s(p)$ к $\vec{U}_{Sper}(p)$ примет вид

$$W'(p) = \frac{1}{L_{sd} \cdot p + R_{sa} + R_s}. \quad (9)$$

Выполняя процедуру синтеза регулятора тока, для получения желаемой передаточной функции (6), вводим в структуру регулятора ПИ-звено.

Регулятор тока (рис. 3) снабжен блоком ограничения длины вектора, позволяющего ограничивать модуль вектора тока, сохраняя угол вектора неизменным. Такой подход дает возможность ограничивать ток статора, когда электрический угол ротора, поступающий на координатные преобразования отличается от реального угла. Для того чтобы убрать проблему избыточного увеличения интегральной составляющей регулятора, связанного с работой блока ограничения вектора напряжения, интегральная состав-

ляющая охватывается отрицательной обратной связью.

При настройке коэффициентов регулятора тока используем параметры двигателя

$$K_{pc} = a_c \cdot L_{sd}; \quad K_{ic} = a_c \cdot (R_s + R_a), \quad (10)$$

где $R_a = a_c \cdot L_{sd} - R_s$ – добавочное сопротивление, которое вводится в уравнение равновесия статора для приведения передаточной функции замкнутой системы к виду аperiodического звена

Реализация регулятора тока в среде *MexBIOS Development Studio* приведена на рис. 4.

Создание проекта для микропроцессорного модуля (DSP) осуществляется сразу после этапа моделирования и отладки алгоритмов управления и предполагает загрузку управляющей программы в ОЗУ микропроцессора. Запуск проекта векторного управления ВД был осуществлен на базе отладочного комплекта MCB-02 с микропроцессором TMS320F28335 [7]. Данный комплект предназначен для разработки и тестирования программного обеспечения систем управления электродвигателем.

В начальный момент времени задание скорости составляет 40 рад/с, двигатель выходит на эту скорость без нагрузки.

После выхода на заданную скорость, скачком выполняем наброс нагрузки ($0,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$) в момент времени $t = 0,4 \text{ с}$. По графикам (рис. 5) видно, что система обрабатывает сначала заданную на входе скорость, а затем и воз-

мушающие воздействия в виде приращения нагрузки. Полученные результаты работы системы управления (рис. 5), реализованной на отладочном комплекте, подтвердили результаты моделирования.

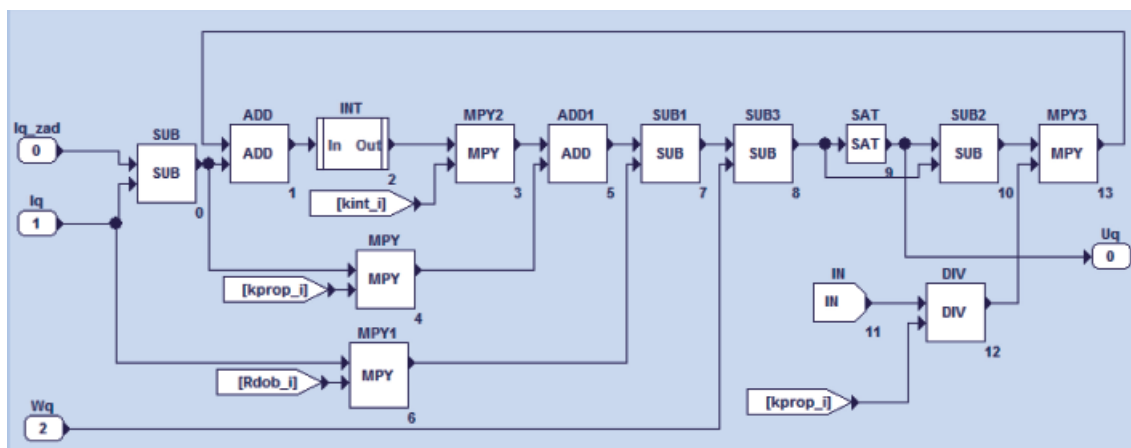


Рис. 4. Схема регулятора тока в среде MexBIOS

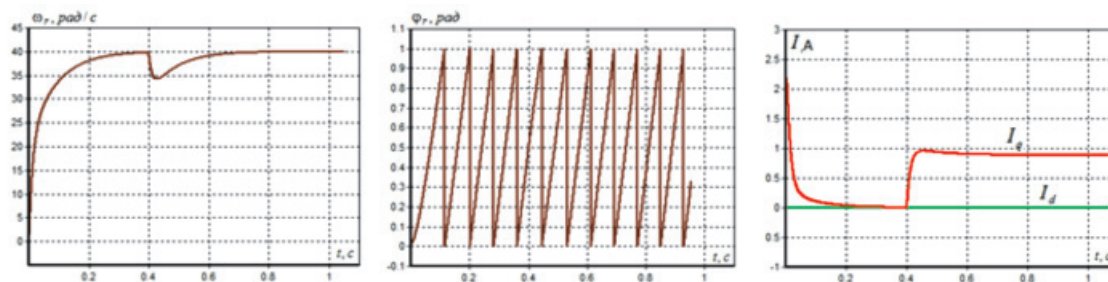


Рис. 5. Графики переходных процессов скорости, угла, токов

Заключение

В ходе исследования в среде визуального программирования *MexBIOS Development Studio* реализована структура векторного управления ВД, которая была сначала исследована с помощью средств моделирования данной среды и затем запущена на микропроцессорном модуле. Такой подход позволяет исключить ошибки и неточности при проектировании системы управления двигателем, а также произвести отладку программного кода во многих режимах работы системы управления. Наличие готовых шаблонов программного обеспечения, процедур из библиотек среды *MexBIOS Development Studio* значительно повышает скорость разработки СУ ЧРП.

Рассмотренная в работе система векторного управления ВД может быть использована для создания программной

части СУ ЧРП в датчиковом режиме (с использованием энкодера или датчика Холла). Дальнейшее развитие данной системы управления может получить добавлением алгоритмов идентификации параметров ВД и реализацией бездатчикового управления.

Список литературы

1. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. – Л.: Энергоиздат, 1982.
2. Водовозов А.М., Елюков А.С. Идентификация параметров асинхронной машины в установившихся режимах. Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2010. – № 2. – С. 69–71/
3. Визуальная среда разработки и моделирования MexBIOS Development Studio. [Электронный ресурс]. <http://mechatronica-pro.com/ru/catalog/software/mexbiosdevelopmentstudio/> (дата обращения: 21.09.2014).
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.

5. Качачёв Ю.Н. Векторное регулирование (заметки практика). [Электронный ресурс]. http://www.privod-news.ru/docs/Vector_Kalachev.pdf (дата обращения: 21.09.2014).

6. Кычкин А.В., Даденков Д.А., Билалов А.Б. Автоматизированная информационная система полунатурного моделирования статической нагрузки электроприводов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета // Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 8. – С. 73–83.

7. Отладочный комплект MCB-02 [Электронный ресурс]. <http://mechatronica-pro.com/ru/catalog/hardware/mcb02/> (дата обращения: 21.09.2014).

8. Cheng, Q.; Yuan, L. Vector Control of an Induction Motor based on a DSP. MS.c. Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2011.

of semiconductor systems in MATLAB 6.0]. SPb, KORONA print, 2001. 320 p.

5. Kachachjov Ju.N. Vektornoe regulirovanie (Vector control). Available at: http://www.privod-news.ru/docs/Vector_Kalachev.pdf (accessed 21 September 2014 21.09.2014).

6. Kychkin A.V., Dadenkov D.A., Bilalov A.B. Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemu upravlenija. 2013. no. 8. pp. 73–83.

7. Otladochnyj komplekt MCB-02. (Debug stand MCB-02.) Available at: <http://mechatronica-pro.com/ru/catalog/hardware/mcb02/> (accessed 21 September 2014).

8. Cheng, Q.; Yuan, L. Vector Control of an Induction Motor based on a DSP. MS.c. Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2011.

References

1. Basharin A.V., Novikov V.A., Sokolovskij G.G. Upravlenie jelektroprivodami [Control of electric drives]. Leningrad, Jenergoizdat, 1982.

2. Vodovozov A.M., Eljukov A.S. Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo jenergeticheskogo universiteta. 2010. no. 2. pp. 69–71.

3. Vizual'naja sreda razrabotki i modelirovanija MexBIOS Development Studio. (Visual software for development and simulation MexBIOS Development Studio.) Available at: <http://mechatronica-pro.com/ru/catalog/software/mexbiosdevelopmentstudio/> (accessed 21 September 2014).

4. German-Galkin S.G. Komp'yuternoe modelirovanie poluprovodnikovyh sistem v MATLAB 6.0 [Computer simulation

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Цаплин А.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой общей физики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 620.9:004.89

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ
ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА****Кычкин А.В., Елтышев Д.К., Выголова Е.А.***ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: aleksey.kuchkin@gmail.com*

В статье рассмотрены аспекты построения интеллектуальной системы оценки соответствия энергоменеджмента предприятия требованиям стандарта *ISO 50001:2011* «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению». Разработана концептуальная модель интеллектуальной системы, в основу которой положен принцип многокритериальной оценки и алгоритмы нечеткого логического вывода. В соответствии с *PDCA*-подходом и положениями стандарта *ISO 50001* сформирована иерархическая структура глобальных и локальных критериев оценки уровня реализации системы энергоменеджмента на предприятии. Предложена методика расчета весовых коэффициентов критериев на основе экспертных оценок с использованием метода анализа иерархий. Формализована структура модели нечеткого логического вывода, позволяющей использовать результаты диагностического аудита на предприятии и значимость критериев при комплексной оценке соответствия системы энергоменеджмента требованиям стандарта.

Ключевые слова: интеллектуальная система, система энергетического менеджмента, международный стандарт *ISO 50001:2011*, сертификация, энергосбережение

**THE INTELLIGENT SYSTEM FOR THE ESTIMATION THE ENTERPRISE
ENERGY MANAGEMENT WITH STANDARD'S REQUIREMENTS****Kychkin A.V., Eltyshv D.K., Vygolova E.A.***Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: aleksey.kuchkin@gmail.com*

The aspects of the development of intelligent system for the estimation of compliance with the enterprise energy management and requirements of standard *ISO 50001:2011* «Energy Management Systems. Requirements with guidance for use» are considered. Conceptual model of the intelligent system, based on the principle of multicriteria evaluation and fuzzy inference algorithms, is developed. According to *PDCA*-approach and the provisions of *ISO 50001* the hierarchical structure of global and local criteria for assessing the level of the enterprise energy management system implementation is formed. A method for the criteria weighting factors calculating using experts estimates and the analytic hierarchy process is proposed. The structure of the fuzzy inference model is formalized. This structure allows to use the results of the enterprise diagnostic audit and the importance of the criteria for a comprehensive estimation of compliance with management system and standard's requirements.

Keywords: intelligent system, energy management system, *ISO 50001:2011*, certification, energy saving

Эффективное использование энергии помогает предприятиям сэкономить денежные средства и ресурсы, а также попытаться противодействовать изменению климата. Стандарт *ISO 50001* на системы энергетического менеджмента (СЭнМ) позволяет следовать системному подходу при решении указанной выше задачи путем последовательного энергосбережения и повышения энергетической эффективности, включая энергобезопасность и энергопотребление [2, 7, 10].

СЭнМ описывает набор процедур, которым необходимо следовать предприятиям для достижения своих целей в области «зеленой» энергетики. Однако на сегодняшний день существует ряд ограничений успешной практической реализации СЭнМ, обуславливаемых необходимостью использования современных подходов, методов и технологий эффективной организации и внедрения бизнес-процессов. Весомость данных ограничений усиливается общим характером стандарта *ISO 50001*, предписывающим лишь направления по систематизации и управле-

нию СЭнМ предприятия [4]. Учитывая, что стандарт *ISO 50001* является универсальным и предлагает только общие мероприятия в области построения СЭнМ, а также тот факт, что зачастую конкретная организация сама определяет способы и методы выполнения требований стандарта, задача создания гибкого инструмента проверки соответствия СЭнМ предприятия стандарту *ISO 50001* представляется актуальной.

В качестве базового подхода к реализации предложенной задачи предлагается использовать интеллектуальную систему оценки, позволяющую обеспечить необходимые показатели точности диагностирования состояния сложного объекта [3].

**Концептуальная модель оценки
соответствия системы энергоменеджмента
предприятия требованиям стандарта на
основе метода анализа иерархий**

Предлагаемая интеллектуальная система должна являться гибкой в вопросах оценки энергоменеджмента предприятий

различной специфики и универсальной в применении, поэтому базируется на ключевых критериях, соответствующих принципу *PDCA (Plan-Do-Check-Act)*.

В качестве обобщенных (глобальных) критериев целесообразно использовать четыре составляющих принципа непрерывного улучшения Деминга – Шухарта: планирование, действие, проверка и корректировка. Каждый глобальный критерий имеет набор локальных критериев, таких как наличие энергополитики; уровень организации обмена информацией в области энергоменеджмента между подразделениями; наличие и фиксация энергопараметров; проработанность механизмов выявления явных и потенциальных несоответствий, а также причин их появления; совершенство методик оценки эффективности принятых действий и др.

Желание учесть большое количество ключевых факторов при оценке СЭнМ предприятия приводит к необходимости использования многокритериальной методологии [1, 8], основной задачей которой является выбор наиболее значимого фактора.

Многокритериальное иерархическое представление энергоменеджмента как организационно-технического процесса позволяет выделять подмножества объектов СЭнМ и ранжировать их в соответствии с фактическим уровнем энергоэффективности, а также анализировать значимость факторов на каждом критериальном уровне, повышая объективность получаемых решений за счет обобщения опыта экспертов [1, 6, 8].

Учитывая специфику СЭнМ, для решения подобной сложной многокритериальной задачи с иерархической структурой, включающей как количественные, так и качественные факторы, целесообразно использовать метод анализа иерархий (МАИ) [6].

Первым этапом применения МАИ для оценки соответствия СЭнМ предприятия требованиям стандарта является структурирование решаемой задачи в виде иерархии [1, 6, 8]. В простейшем виде иерархия оценки СЭнМ содержит (рис. 1) вершину (цели), промежуточные уровни-критерии и нижний уровень, который в общем случае является набором альтернатив (в нашем случае – степень соответствия стандарту *ISO 50001*).

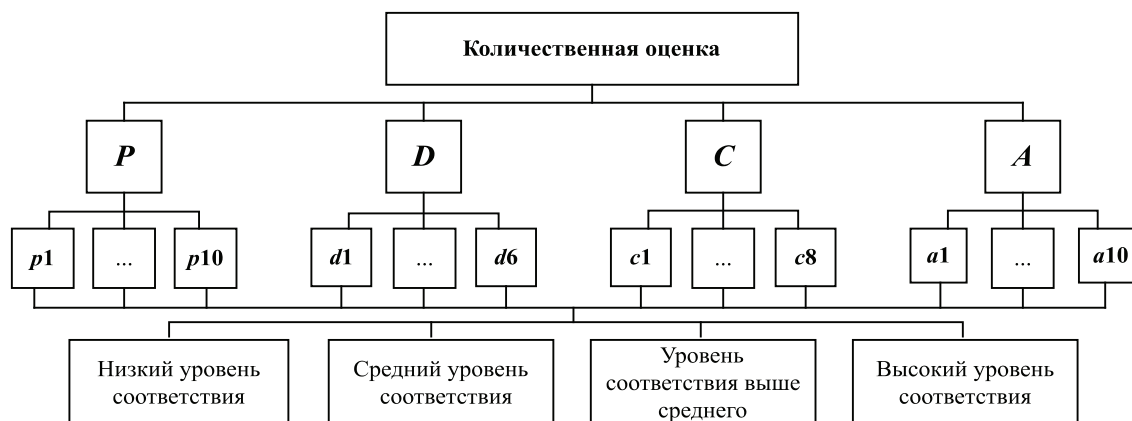


Рис. 1. Иерархическая модель многокритериальной оценки системы энергоменеджмента: P – «Plan»; D – «Do»; C – «Check»; A – «Act»

Представленная на рис. 1 структура позволяет определять относительную важность ее элементов и учитывать ее при формировании итоговых комплексных оценок, используя классический алгоритм попарных сравнений [6]. Синтез приоритетов осуществляется на основе субъективных мнений экспертов с использованием шкалы отношений, позволяющей эксперту численно оценить степень доминирования одного сравниваемого элемента над другим [6].

Расчет весовых коэффициентов предпочтения критериев оценки

Для определения значимости критериев, входящих в структуру многокритериальной задачи (рис. 1), применен метод экспертной оценки специалистами, компетентными в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Для формирования оценок организуется процесс интервьюирования экспертов

в соответствии с разработанными шаблонами опросных листов. Обработка результа-

тов экспертной оценки осуществляется по специальному алгоритму (рис. 2).

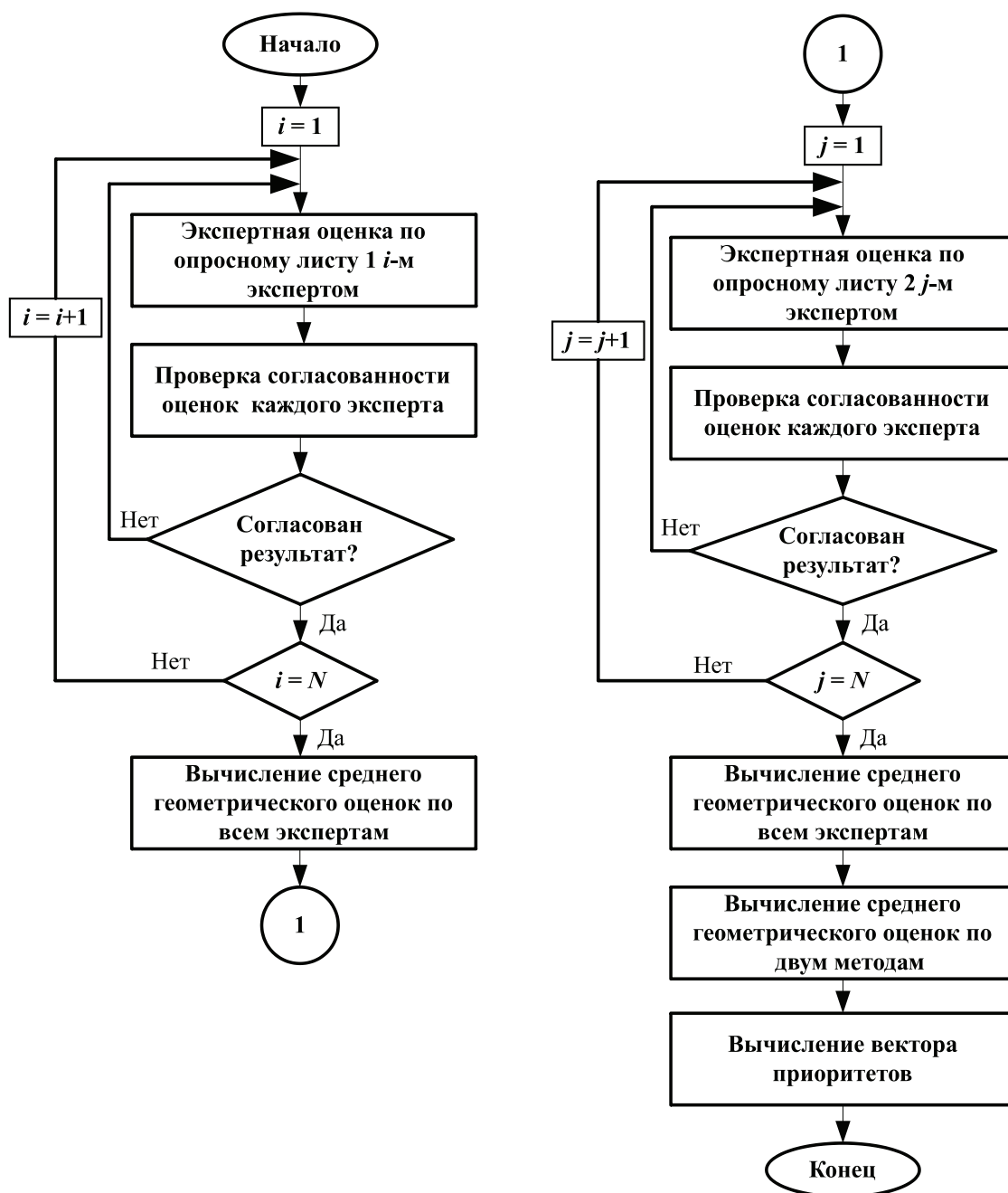


Рис. 2. Блок-схема алгоритма обработки экспертных оценок

Перед началом интервьюирования определяется число экспертов N , которые в дальнейшем заполняют опросные листы (двух видов), используя подготовленную шкалу предпочтений. На основе полученных оценок строятся матрицы парных сравнений (МПС), и результаты сформированных экспертами оценок проверяются на согласованность. При поло-

жительных результатах оценки согласованности предпочтений всех экспертов вычисляется среднее геометрическое оценок представленных в таблицах по двум опросным листам, и формируются итоговые МПС. Используя полученные МПС, на основе процедуры МАИ [6, 8] вычисляются вектора приоритета критериев на каждом уровне иерархии.

Разработка структуры интеллектуальной системы

Сформированная структура критериев оценки соответствия СЭнМ предприятия требованиям стандарта ISO 50001

и алгоритмы обработки экспертной информации положены в основу разработанной концепции интеллектуальной системы [5].

Система состоит из двух подсистем: операционной и решающей (рис. 3).

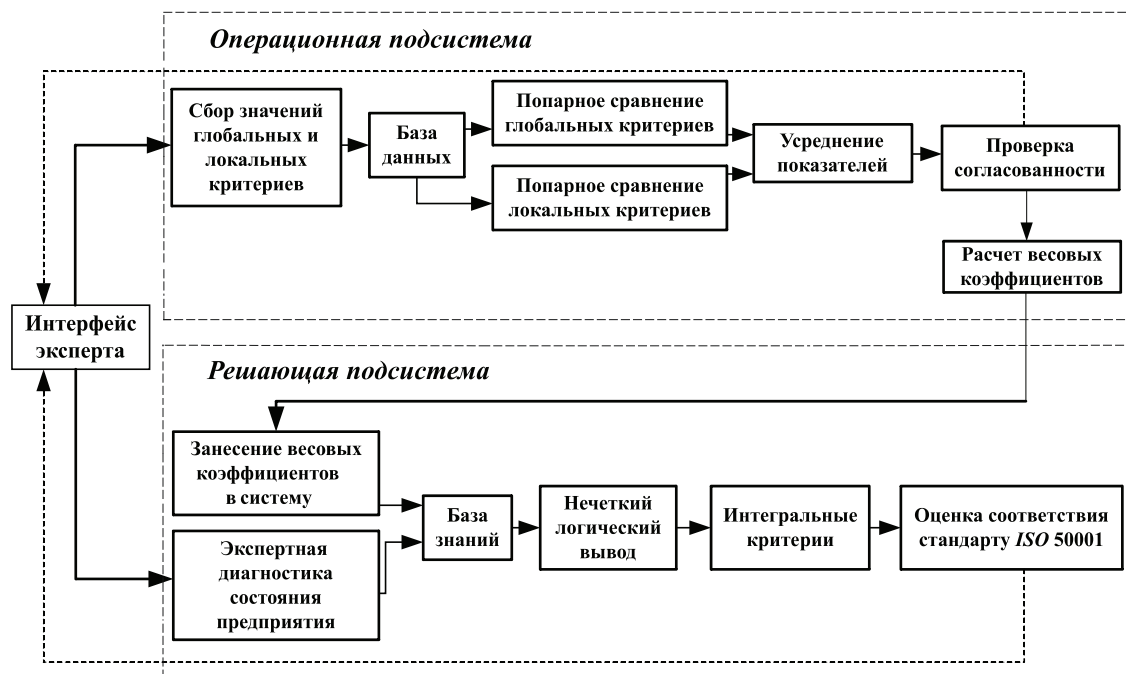


Рис. 3. Структурная модель интеллектуальной системы

Операционная подсистема является системой предварительного (подготовительного) анализа. Данная подсистема нацелена на расчет весовых коэффициентов для глобальных и локальных оценочных критериев.

Решающая подсистема – ядро интеллектуальной системы оценки. Ее реализация осуществляется с помощью инструментального пакета *MATLAB*, который позволяет работать в нечетких условиях [1, 9]. Проектирование предложенной системы в пакете *Fuzzy Logic Toolbox* позволяет применять современные методы нечеткой кластеризации и адаптивные нечеткие нейронные сети, кроме этого визуальные средства пакета позволяют наглядно демонстрировать процессы, протекающие в системе с помощью визуализации функций принадлежности.

Интеллектуальная система базируется на принципе построения моделей нечеткого логического вывода, позволяющих формировать комплексные оценки соответствия СЭнМ предприятия требованиям стандарта ISO 50001 по итогам экспертной оценки показателей эффективности предприятия и выдавать рекомендации к действиям.

Взаимосвязь между уровнем СЭнМ предприятия и глобальными оценочными критериями определяется в соответствии с выражением

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \rightarrow y,$$

где $X = \{x_i\}$ – множество глобальных (ключевых) оценочных критериев, каждый из которых представлен лингвистической переменной с нечеткими термами $A_i = \{a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^c\}$; y – лингвистическая переменная с нечетким терм-множеством $S = \{s_1, s_2, \dots, s_L\}$, характеризующая фактическое состояние СЭнМ предприятия [1, 9].

При построении системы использован алгоритм нечеткого вывода Мамдани и типовая треугольная функция принадлежности для входных и выходных параметров.

В результате обработки экспертных оценок глобальных критериев получено процентное распределение их значимости: планирование (P) – 35%; действие (D) – 32%; проверка (C) – 17%; корректировка (A) – 16%, которое использовано при построении базы знаний системы.

База знаний включает набор логических правил, формализующих связи вида ЕСЛИ <значения глобальных критериев СЭнМ>, ТО <заключение о состоянии> [1, 9]. При формировании каждого правила устанавливалось соответствие между каждой функцией принадлежности аргументов P , D , C , A и функцией принадлежности выходной переменной.

Результирующий класс состояния СЭнМ определяется в результате реализации алгоритма нечеткого вывода (1) по исходным данным посредством нечетких функций. Результат может быть представлен либо в виде нечеткой величины с оценкой степени ее принадлежности, либо четкой количественной оценкой, сверяемой с таблицей интегральных показателей работы системы.

Выводы

Распределение важности оценочных критериев дает возможность дифференцировать данные в интеллектуальной системе, сформировать базу знаний, а также выделить первичные факторы, на которые стоит обратить внимание предприятию при внедрении СЭнМ. На основании разработанной концепции интеллектуальной системы, алгоритмов ее функционирования, а также полученной структуры и весовых коэффициентов оценочных критериев с применением инструментальных средств системы *MATLAB* возможно добиться эффективного планирования и реализации комплекса мероприятий энергоменеджмента на предприятии, обеспечив надежную и эффективную работу его энергетических систем и максимальное соответствие требованиям стандартов.

Методика и алгоритмы обработки данных для интеллектуальной системы получены при поддержке гранта РФФИ № 14-07-96000 р_ура_а «Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений обеспечения безаварийной работы энергетических объектов».

Список литературы

1. Бочкарев С.В., Елтышев Д.К. Методика принятия оптимальных решений при ремонте высоковольтного электрооборудования // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 6. – С. 142–146.
2. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5 (ч.4). – С. 697–701.
3. Кычкин А.В. Интеллектуальная информационно-диагностическая система для исследований кровеносных сосудов // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2013. – № 3. – С. 114–123.
4. Кычкин А.В., Мусихина К.Г., Разепина М.Г. Исследование эффективности создания и внедрения системы энергоменеджмента на промышленном предприятии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 1 (9). – С. 66–79.
5. Кычкин А.В., Хорошев Н.И., Елтышев Д.К. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 12–17.
6. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
7. Франк Т., Кычкин А.В., Мусихина К.Г. Государственное управление проектами в области энергосбережения как база для эффективного внедрения лучших практик // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 3. – С. 98–104.
8. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 716–720.
9. Хорошев Н.И., Казанцев В.П. Применение правил нечеткой логики при эксплуатации электротехнического оборудования // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 59–64.
10. ISO 50001. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению [Электронный ресурс]. URL: <http://sro61.ru/docs/gost.pdf> (дата обращения 25.08.2014 г.).

References

1. Bochkarev S.V., Eltyshv D.K. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja – Scientific and technical gazette of the Volga region*, 2012, no. 6, pp. 142–146.
2. Eltyshv D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
3. Kychkin A.V. *Izvestija Rossijskoj akademii nauk. Teorija i sistemy upravlenija – Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Theory and control system*, 2013, no. 3, pp. 114–123.
4. Kychkin A.V., Musihina K.G., Razepina M.G. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija – PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems*, 2014, no. 1 (9), pp. 66–79.
5. Kychkin A.V., Khoroshev N.I., Eltyshv D.K. *Jenergo-bezopasnost' i jenergosberezenie – Science and practice in energetic*, 2013, no. 5, pp. 12–17.
6. Saati T. *Prinjatje reshenij. Metod analiza ierarhij* [Decision making. The Analytic Hierarchy Process]. Moscow, Radio and communications, 1993, 320 p.
7. Frank T., Kychkin A.V., Musihina K.G. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and Abroad*, 2014, no. 3, pp. 98–104.
8. Khoroshev N.I., Eltyshv D.K., Kychkin A.V. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 716–720.
9. Khoroshev N.I., Kazancev V.P. *Jelektrotehnika – Electrical engineering*, 2011, no. 11, pp. 59–64.
10. ISO 50001. Energy management systems – Requirements with guidance for use [Electronic resource]. URL: <http://sro61.ru/docs/gost.pdf> (accessed at 25 August 2014).

Рецензенты:

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Щербинин А.Г., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Конструирование и технологии в электротехнике», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 621.317.384+621.317.353

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ КАК ИНДИКАТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Лейзгольд Д.Ю., Ромодин А.В., Трушников К.П.

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: pub@msa.pstu.ac.ru*

В статье рассматриваются вопросы контроля эффективности внедряемых энергосберегающих мероприятий в системе электроснабжения административного здания на основании данных мониторинга показателей качества электрической энергии. В ходе работы посредством использования регрессионного анализа определены функциональные зависимости потерь активной мощности от основных показателей качества электрической энергии: медленного изменения напряжения, несимметрии и несинусоидальности. Сформированы обобщенная модель зависимости потерь электрической энергии от отдельных показателей качества электрической энергии. Разработана модель влияния отклонения ПКЭ на потери активной мощности в системе электроснабжения учебного корпуса Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ). Проведена апробация полученной модели на данных замеров показателей качества электрической энергии учебного корпуса ПНИПУ, в результате чего были определены соответствующие потери мощности.

Ключевые слова: показатели качества электрической энергии, энергосбережение, энергомониторинг

POWER QUALITY INDICATORS AS EFFECTIVENESS INDICATORS OF POWER MANAGEMENT

Leyzgold D.Y., Romodin A.V., Trushnikov K.P.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: pub@msa.pstu.ac.ru

In article is described control of the effectiveness of implemented energy-saving measures in the electricity system of the administrative building, which is based on power quality monitoring. During the work the functional dependence of active power losses off the main power quality indicators (PQI), such as a slow change of the voltage, unbalance and non-sinusoidal, was obtained by the use of regression analysis. Generalized model of the dependence of active power losses from the individual quality of electric energy was described. A model of the effect of the deviation of PQI on the active power losses in the power supply system of educational building Perm National Research Polytechnic University (PNRPU) was elaborated. The approbation of the resulting model to the data of measurements of quality of electric energy educational building PNRPU was conducted, which resulted in defined corresponding loss of active power.

Keywords: power quality indicators, energy-saving, energy-monitoring

Энергомониторинг (ЭМ) является основной из составляющих системного подхода к реализации программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности [4, 8, 10].

Опыт реализации программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности [13], принятой в ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (далее по тексту – ПНИПУ) в 2011 году, позволяет сделать выводы о влиянии вероятностного изменения климатических условий, человеческого фактора и пр. на достижение плановых показателей эффективности реализации энергосберегающих мероприятий.

Поэтому актуальной задачей с точки зрения управления процессами энергосбережения и повышения энергетической эффективности при эксплуатации оборудования [5, 11] становится разработка и внедрение

автоматизированной системы ЭМ, позволяющей осуществлять сбор и хранение информации об объекте энергопотребления, а также контролировать как основные (мощность, расход энергии), так и дополнительные (приращение потерь в статическом и динамическом режиме) индикаторы энергетической эффективности для проведения подробного анализа энергетических показателей с целью выявления отклонений от проектных показателей энергетической эффективности и их улучшения.

В [14] представлена модель системы ситуационного управления электроэнергетической системы, которая включает в себя блок управления показателями качества электрической энергии (ПКЭ), осуществляющего их коррекцию в пределах допустимого режима, посредством регулирования потоков мощности [7, 12]. При этом несомненную актуальность несет в себе решение задачи определения оптимального

значения ПКЭ, при котором потери активной мощности будут минимальны.

Ввиду того, что потребители электрической энергии имеют наименьшее значение потерь мощности при идеальном качестве электрической энергии (ЭЭ), было предложено в качестве индикаторов эффективности системы электропотребления использовать ПКЭ.

В [2, 6] приведена графическая интерпретация зависимостей приращения затрат на эксплуатацию электрооборудования при отклонении ПКЭ от номинальных значений, на основе которой, посредством использования регрессионного анализа, получены функции приращения потерь активной мощности.

$$\begin{aligned} \delta P_{\text{дин}}^{(\delta U)} &= A_1 \cdot (\delta U)^2 + A_2 \cdot \delta U = \\ &= (-0,03773 \cdot k_{3,\text{дин}}^2 + 0,0664 \cdot k_{3,\text{дин}} - 0,0185) \cdot (\delta U)^2 + \\ &+ (0,212 \cdot k_{3,\text{дин}}^2 + 0,225 \cdot k_{3,\text{дин}} - 0,288) \cdot \delta U, \text{ о.е.}, \end{aligned} \quad (1)$$

где A_1, A_2 – интерполяционные коэффициенты, зависящие от коэффициента загрузки; δU – отклонение напряжения от номинального значения, о.е.; k_3 – коэффициент загрузки динамической нагрузки, о.е.

В организациях бюджетной сферы, как правило, отсутствует система технического учета ЭЭ, поэтому достоверные данные мониторинга загрузки только динамической нагрузки могут быть недоступны, вследствие этого предлагается в качестве коэффициента загрузки использовать общий коэффициент загрузки системы электропотребления

$$\delta P_{\text{ст}}^{(\delta U)} = 2,87 \cdot (\delta U)^3 - 0,263 \cdot (\delta U)^2 + 0,9985 \cdot \delta U, \text{ о.е.}, \quad (3)$$

где δU – относительное отклонение напряжения от номинального значения, о.е.

Несимметрия напряжения

Влияние несимметрии на потери для динамической нагрузки может быть определено по зависимости [6]:

$$\delta P_{\text{дин}}^{\varepsilon} = 2,41 \cdot \varepsilon_u^2, \quad (4)$$

где ε_u – коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности.

Несимметрии в статической нагрузке обуславливают потери электрической мощности, пропорциональные квадрату коэффициента несимметрии [6], поэтому относительное приращение потерь определяется как

$$\delta P_{\text{стат}}^{\varepsilon} = \varepsilon_u^2. \quad (5)$$

Рассмотрим влияния отклонения отдельных показателей качества электрической энергии на приращение потерь активной мощности.

Медленные изменения напряжения

Согласно [3] допустимые значения медленного изменения напряжения составляют $\delta U = \pm 10\%$, поэтому аппроксимация зависимостей производилась на отрезке отклонения напряжения $[-10\%; 10\%]$. Полученная при этом зависимость приращения потерь активной мощности от величины отклонения напряжения и коэффициента загрузки для динамической нагрузки выглядит следующим образом:

$$k_{3,\text{дин}} \approx k_3 = \frac{P_{\text{дин}} + P_{\text{стат}}}{P_{\text{ном.дин}} + P_{\text{ном.стат}}} = \frac{P_{\text{потр}}}{P_{\text{ном}}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{потр}}$ – текущее потребление электрической мощности системой электропотребления, кВт; $P_{\text{дин}}, P_{\text{ном.дин}}$ – потребляемая и номинальная мощность динамической нагрузки, кВт; $P_{\text{стат}}, P_{\text{ном.стат}}$ – потребляемая и номинальная мощность статической нагрузки, кВт.

На основании опытных данных влияния отклонения напряжения на потребление мощности осветительных установок [6] получена интерполяционная формула зависимости потерь статической нагрузки:

Несинусоидальность напряжения

Влияние высших гармоник было также выражено в виде зависимости относительного приращения потерь [6]:

$$\delta P_{\text{дин}}^v = \sum_{v=2}^{\infty} \frac{u_v^2}{v \sqrt{v}}, \quad (6)$$

где u_v – отношение напряжения v -й гармоники к номинальному; v – номер гармоники.

Дополнительные потери активной мощности статической нагрузки, обусловленные протеканием токов высших гармоник, определяются [6]:

$$\delta P_{\text{стат}}^v = \sum_{v=2}^{\infty} u_v^2. \quad (7)$$

На основании зависимостей приращения потерь активной мощности от рассмотренных показателей качества электрической

ской энергии разработана модель влияния на потери электрической мощности в зависимости от состава нагрузки: отклонения ПКЭ от нормируемых значений

$$\begin{cases} \Delta P^{\delta U} = P_{\text{потр}} \cdot (a_{\text{дин}} \cdot \delta P_{\text{дин}}^{\delta U} + a_{\text{стат}} \cdot \delta P_{\text{стат}}^{\delta U}) \\ \Delta P^{\varepsilon} = P_{\text{потр}} \cdot (a_{\text{дин}} \cdot \delta P_{\text{дин}}^{\varepsilon} + a_{\text{стат}} \cdot \delta P_{\text{стат}}^{\varepsilon}) \\ \Delta P^{\nu} = P_{\text{потр}} \cdot (a_{\text{дин}} \cdot \delta P_{\text{дин}}^{\nu} + a_{\text{стат}} \cdot \delta P_{\text{стат}}^{\nu}) \end{cases}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

где $a_{\text{дин}}$, $a_{\text{стат}}$ – относительный состав динамической и статической нагрузок соответственно определяемых как

$$a_{\text{дин}} = \frac{P_{\text{ном.дин}}}{P_{\text{ном.дин}} + P_{\text{ном.стат}}}$$

и

$$a_{\text{стат}} = \frac{P_{\text{ном.стат}}}{P_{\text{ном.дин}} + P_{\text{ном.стат}}}, \text{ о.е.} \quad (9)$$

$$\Delta P = P_{\text{потр}} \cdot (0,106 \cdot (\delta P_{\text{дин}}^{\delta U} + \delta P_{\text{дин}}^{\varepsilon} + \delta P_{\text{дин}}^{\nu}) + 0,894 \cdot (\delta P_{\text{стат}}^{\delta U} + \delta P_{\text{стат}}^{\varepsilon} + \delta P_{\text{стат}}^{\nu})). \quad (10)$$

Согласно протоколу изменения ПКЭ учебного корпуса ЭТФ ПНИПУ [9] в систе-

Разделение по составу нагрузок рассмотрим на примере учебного корпуса электротехнического факультета (ЭТФ) ПНИПУ. На момент проведения энергетического обследования [9] установлено следующее: статическая нагрузка составляет 404,2 кВт, динамическая – 48,1 кВт. Тогда согласно (9): $a_{\text{дин}} = 0,106$ и $a_{\text{стат}} = 0,894$. С учетом этого модель приращения потерь активной мощности от несоответствия ПКЭ нормируемым значениям учебного корпуса ЭТФ ПНИПУ примет вид

ме электроснабжения зафиксированы следующие отклонения ПКЭ (табл. 1–3).

Таблица 1

Результаты измерения коэффициента несимметрии напряжения

Граница диапазона	Результаты измерения, 95 % измерений		Результаты измерения, 100 % измерений	
	ε_u	T1	ε_u	T2
ε_{uB}	4,03	0,00	4,94	0,00

Таблица 2

Результаты измерения медленных изменений напряжения

Граница диапазона	Результаты измерения, 95 % измерений			Результаты измерения, 100 % измерений		
	δU_y	T1	T1 _(Σ)	δU_y	T2	T2 _(Σ)
δU_B^1	+01,05	00,00	00,00	+01,30	00,00	00,00
δU_H^1	-00,13	00,00		-00,16	00,00	

Примечание. T1, T2 – время выхода величины за рамки нормально и предельно допустимого диапазона соответственно.

Расчитанное по формулам (1)–(9) распределение относительного увеличения потерь от снижения ПКЭ по типу нагрузки указано в табл. 4. Несмотря на то, что ПКЭ находятся в допустимых пределах (времени превышения допустимых величин не наблюдается), согласно полу-

ченной модели потерь, описанной выражением (10), потери активной мощности в электроприемниках электрической сети учебного корпуса ЭТФ ПНИПУ, обусловленные отклонениям ПКЭ, составляют 2,85 кВт, что сравнимо с величиной потерь в распределительной сети.

Таблица 3

Результаты измерения коэффициентов несинусоидальности напряжения

Номер n -гармоники	Граница диапазона	Результаты измерения, 95 % измерений		Результаты измерения, 100 % измерений	
		$K_{U(n)}$	$T1$	$K_{U(n)}$	$T2$
2	u_{vB}	0,5	0,00	0,53	0,00
3	u_{vB}	0,93	0,00	0,97	0,00
4	u_{vB}	0,39	0,00	0,41	0,00
5	u_{vB}	2,12	0,00	2,16	0,00
6	u_{vB}	0,17	0,00	0,18	0,00
7	u_{vB}	1,78	0,00	1,85	0,00
8	u_{vB}	0,2	0,00	0,2	0,00
9	u_{vB}	0,28	0,00	0,29	0,00
10	u_{vB}	0,13	0,00	0,14	0,00
11	u_{vB}	0,98	0,00	1,04	0,00
12	u_{vB}	0,08	0,00	0,09	0,00
13	u_{vB}	1,12	0,00	1,13	0,00
14	u_{vB}	0,07	0,00	0,08	0,00
15	u_{vB}	0,1	0,00	0,11	0,00
16	u_{vB}	0,06	0,00	0,06	0,00
17	u_{vB}	0,67	0,00	0,7	0,00
18	u_{vB}	0,06	0,00	0,06	0,00
19	u_{vB}	0,49	0,00	0,51	0,00
20	u_{vB}	0,08	0,00	0,08	0,00
21	u_{vB}	0,06	0,00	0,06	0,00
22	u_{vB}	0,07	0,00	0,08	0,00
23	u_{vB}	0,57	0,00	0,58	0,00
24	u_{vB}	0,06	0,00	0,07	0,00
25	u_{vB}	0,48	0,00	0,52	0,00
26	u_{vB}	0,08	0,00	0,09	0,00
27	u_{vB}	0,06	0,00	0,06	0,00
28	u_{vB}	0,06	0,00	0,07	0,00
29	u_{vB}	0,4	0,00	0,42	0,00
30	u_{vB}	0,06	0,00	0,07	0,00
31	u_{vB}	0,46	0,00	0,5	0,00
32	u_{vB}	0,06	0,00	0,06	0,00
33	u_{vB}	0,08	0,00	0,09	0,00
34	u_{vB}	0,05	0,00	0,05	0,00
35	u_{vB}	0,39	0,00	0,41	0,00
36	u_{vB}	0,05	0,00	0,05	0,00
37	u_{vB}	0,31	0,00	0,32	0,00
38	u_{vB}	0,06	0,00	0,07	0,00
39	u_{vB}	0,06	0,00	0,07	0,00
40	u_{vB}	0,06	0,00	0,06	0,00

Примечание. Приведены среднеквадратичные значения коэффициентов n -й гармонической составляющей по фазам.

Таблица 4

Расчетные величины удельных потерь

Вид потерь	За период 95 %		За период 100 %	
	Относительные потери, %			
	Статическая нагрузка	Динамическая нагрузка	Статическая нагрузка	Динамическая нагрузка
От отклонения напряжения	1,046	0,168	1,294	0,194
От несимметрии напряжения	0,162	0,391	0,244	0,588
От несинусоидальности напряжения	0,133	0,0093	0,142	0,0099
Итого	1,341	0,5683	1,68	0,7919

Заключение

Таким образом, выявлена необходимость определения дополнительных индикаторов эффективности с целью использования в системе энергомониторинга для формирования своевременных управляющих воздействий на процесс энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Также определены индикаторы эффективности управления электропотреблением, основывающиеся на приращении потерь электрической энергии от отклонения ПКЭ от нормативных значений, на основании которых разработана модель зависимости приращения потерь в статической и динамической нагрузке от отклонения основных ПКЭ и приведена ее апробация на примере системы электропотребления учебного корпуса ЭТФ ПНИПУ, в результате чего доказана возможность выявления ненормативного потребления электрической энергии в системе электроснабжения на основании значений описанных индикаторов.

На основании изменения потерь ЭЭ от колебания величин ПКЭ можно построить систему поддержки принятия решений, оценивающую состояние системы электроснабжения и позволяющую своевременно вырабатывать управляющее воздействие или оповещение персонала о ненормативных потерях с целью скорейшего их устранения. Однако присутствует необходимость более углубленного анализа границ изменения индикаторов, при которых на систему энергопотребления требуется незамедлительное воздействие.

Работа выполнялась при частичной поддержке гранта Президента Российской Федерации поддержки молодых ученых – кандидатов наук № МК-5279.2014.8 на тему: «Синтез эффективных технологий удаленного мониторинга и управления состоянием интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью».

Список литературы

1. Влияние качества напряжения на экологические параметры системы освещения [Электронный ресурс] // Г.Я. Вагин, О.В. Маслеева, Г.В. Пачурин и др. Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. Режим доступа: www.science-education.ru/113-11601.
2. Гаврилов Ф.А. Качество электрической энергии: конспект лекций: учеб. пособие. – Мариуполь: Изд-во ПИТУ, 2007.
3. ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
4. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности [Электронный ресурс] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5-4. – С. 697–701.
5. Казанцев В.П., Петроченков А.Б., Ромодин А.В., Хорошев Н.И. Некоторые аспекты технологии эксплуатации электротехнических объектов на основе методов краткосрочного прогнозирования технического состояния // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 28а–34.
6. Качество электрической энергии горных предприятий [Электронный ресурс] / Н.М. Кузнецов, Ю.В. Бебихов, А.В. Самсонов и др. – Российская Академия Естественных наук. – 2012. – Режим доступа: <http://www.rae.ru/monographs/156>.
7. Кузнецов М.И., Ромодин А.В., Костыгов А.М. Экспериментальное исследование управления потоком реактивной мощности в электрической системе с трёхобмоточным трансформатором // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 46–50.
8. Кычкин А.В. Долгосрочный энергомониторинг на базе программной платформы OPENJEVIS // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 1 (9). – С. 5–15.
9. Отчет об энергетическом обследовании ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» / А.А. Ташкинов, А.В. Ромодин, В.А. Кузьминов и др. – Пермь: ПНИПУ, 2012. – 393 с.
10. Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Комплекс «Энергооптимизатор» // Электротехника. – 2010. – № 6. – С. 49.
11. Петроченков А.Б., Ромодин А.В., Хорошев Н.И. Об одном формализованном методе оценки управленческих решений (на примере управления электротехническими объектами) // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – № 87. – С. 166–171.
12. Петроченков А.Б., Франк Т., Ромодин А.В., Кычкин А.В. Полунаатурное моделирование активно-адаптивной электрической сети // Электротехника. – 2013. – № 11. – С. 60–63.

13. Повышение энергетической эффективности пермского национального исследовательского политехнического университета / А.В. Ромодин, А.В. Кухарчук, Д.Ю. Лейзгольд и др. // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. – 2012. – № 1. – С. 49–58.

14. Ромодин А.В., Лейзгольд Д.Ю. Модель системы ситуационного управления гибкими линиями электропередачи в нормальных режимах работы [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – Режим доступа: www.science-education.ru/113-11670.

References

1. Vagin G.Ya., Masleeva O.V., Pachurin G.V. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 2013, no. 6, available at: www.science-education.ru/113-11601.

2. Gavrilov F.A. *Kachestvo elektricheskoy energii* [Power quality]. Mariupol: PGU Publ., 2007.

3. GOST R 54149-2010 *Elektricheskaya energiya. Sovmestimost tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Normy kachestva elektricheskoy energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya*.

4. Eltyshv D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnye issledovaniya – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.

5. Kazantsev V.P., Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Khoroshev N.I. *Elektrotehnika – Russian Electrical Engineering*, 2011, no. 11, pp. 28a-34.

6. Kuznetsov N.M., Bebikhov Yu.V., Samsonov A.V. *Kachestvo elektricheskoy energii gornykh predpriyatiy* [Power quality of mining enterprises]. Rossiyskaya Akademiya Estestvoznaniya, 2012, Available at: <http://www.rae.ru/monographs/156/> (accessed 15 August 2014).

7. Kuznetsov M.I., Romodin A.V., Kostygov A.M. *Elektrotehnika – Russian Electrical Engineering*, 2011, no. 11, pp. 46–50.

8. Kychkin A.V. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotehnika,*

informatsionnye tekhnologii, sistemy upravleniya., 2014, vol. 1, no.9, pp. 5–15.

9. Tashkinov A.A., Romodin A.V., Kuzminov V.A., *Otchet ob energeticheskoy obsledovaniy FGBOU VPO «Permskiy natsionalnyi issledovatel'skiy politekhnicheskii universitet»* [Report on the energy survey of Perm National Research Polytechnic University]. Perm: PNIPU Publ., 2012, 393 p.

10. Petrochenkov A.B., Romodin A.V. *Elektrotehnika – Russian Electrical Engineering*, 2010, no. 6, pp. 49.

11. Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Khoroshev N.I. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGTU – St. Petersburg State Polytechnical University Journal*, 2009, no. 87, pp. 166-171.

12. Petrochenkov A.B., Frank T., Romodin A.V., Kychkin A.V. *Elektrotehnika – Russian Electrical Engineering*, 2013, no. 11, pp. 60–63.

13. Romodin A.V., Kukharchuk A.V., Leyzgold D.Yu., Kalinin I.S., Kuzminov V.A., *Energetika. Innovatsionnye napravleniya v energetike. CALS-tekhnologii v energetike*, 2012, no. 1, pp. 49–58.

14. Romodin A.V., Leyzgold D.Yu., *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 2013, no. 6, available at: www.science-education.ru/113-11670.

Рецензенты:

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Кавалеров Б.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электротехника и электромеханика», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 681.5.017: 532.542

РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРУБОПРОВОДОВ В ПАКЕТЕ MATLAB SIMULINK SIMSCAPE

Поносова Л.В., Черемных Д.Н., Каверин А.А., Ташлыкова Е.В.

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: cheremnyhdn@gmail.com*

Проанализирован технологический процесс подготовки бумажной массы учебно-экспериментальной установки целлюлозно-бумажного производства. Показана актуальность исследования систем трубопровода с целью определения потерь напора и давления. Проведен расчет участка системы трубопровода с насосом учебно-экспериментальной установки целлюлозно-бумажного производства. В результате проведенных исследований были получены значения потерь напора в системе трубопровода. С учетом полученных данных было проведено моделирование участка учебно-экспериментальной установки в среде *Matlab/Simulink Simscape*, получены графики переходных процессов. На основе полученных моделей и графиков в дальнейшем может быть проведен расчет системы автоматического регулирования технологических параметров. Моделирование системы в среде *Matlab/Simulink* предоставит возможность проводить эксперименты по разработке автоматизированной системы управления технологическим процессом перед реализацией ее на реальном производстве.

Ключевые слова: трубопровод, гидравлический расчет, учебно-экспериментальная установка, уравнение Бернулли, *Matlab Simulink Simscape*

CALCULATION AND MODELING OF PIPELINE SYSTEM IN THE MATLAB SIMULINK SIMSCAPE PACKAGE

Ponosova L.V., Cheremnykh D.N., Kaverin A.A., Tashlykova E.V.

Perm national research polytechnic university, Perm, e-mail: cheremnyhdn@gmail.com

The technological process of pulp preparing has been analyzed for a training and experimental plant of a pulp and paper production. The relevance of the research pipeline systems in order to determine pressure losses has been showed. The calculation of the pipeline system of training and experimental plant of a pulp and paper production has been performed. The values of pressure loss have been received as a result of performed investigations. The Simulation of training and experimental plant area has been implemented in the *Matlab/Simulink Simscape* environment, diagrams of transitional processes have been received. On the basis of models and diagrams can be calculated the automatic control system of technological parameters. A simulation of the system by *Matlab/Simulink* environment will allow to perform experiments on the development of an automated process control system before implementing it on a real production.

Keywords: pipeline system, training and experimental setup, Bernoulli's equation, *Matlab Simulink Simscape*

На ход множества реальных технологических процессов различных областей производства оказывает влияние значительное количество контролируемых и неконтролируемых факторов (температура, свойства сырья, катализаторы, увеличение концентрации исходных веществ и т.п.). Для того чтобы проанализировать возможные последствия и результаты этого взаимодействия, а также с целью определения оптимальных условий ведения техпроцесса, применяется математическое моделирование [1].

Вместе с активным развитием в мире всех отраслей промышленности широкое применение все больше и больше получают методы кибернетики в химии и химической промышленности. В результате была создана новая отрасль науки, названная кибернетикой химико-технологических производств. Именно эта наука стала базой для анализа и оптимизации химических производств с использованием математического моделирования.

Математическое моделирование как новый метод исследования является важнейшим достижением кибернетики. Суть моделирования сводится к замене реальной системы или, в нашем случае, технологического процесса (объекта) к некоторой искусственной системе и дальнейшему изучению модели на компьютере для получения новой информации об этой системе или технологическом процессе (объекте). При этом стоит заметить, что моделирование позволяет проводить эксперименты с моделью системы тогда, когда делать это на реальном объекте не представляется возможным.

В данной работе представлено моделирование участка учебно-экспериментальной установки в пакете *Matlab Simulink Simscape* с использованием данных, полученных в результате гидравлического расчета системы трубопроводов.

Рассмотренная учебно-экспериментальная установка разработана и внедрена для исследования и оптимизации системы

управления имитацией технологического процесса подготовки бумажной массы. Конструктивно установка состоит из пяти емкостей, соединенных между собой системой трубопроводов и набором технических средств автоматизации (датчики, исполнительные механизмы) [3].

Движение жидкости по трубопроводу экспериментальной установки осуществляется за счет перепада уровней энергии в начале трубопровода и в конце, который создается в результате работы насоса [6].

При гидравлическом расчете системы трубопроводов поставлена задача определения потерь напора в простом трубопроводе постоянного сечения на участке между емкостями экспериментальной установки. Для этого используется уравнение Бернулли [2], имеющее следующий вид:

$$H_{\text{потр}} = H_{\text{ст}} + K \cdot Q^m, \quad (1)$$

где K – величина, называемая сопротивлением трубопровода; Q – расход жидкости;

m – показатель степени, который имеет разные значения в зависимости от режима течения; $H_{\text{ст}}$ – статический напор, представленный как некоторая эквивалентная геометрическая высота.

Как уже отмечалось выше, перепад уровней энергии, за счет которого жидкость течет по трубопроводу, создается работой насоса (рис. 1). Основным уравнением для расчета всасывающих трубопроводов также является уравнение Бернулли. Основное правило при устойчивой работе насоса: при установившемся течении жидкости в трубопроводе насос развивает напор, равный потребному [8, 11].

$$H_{\text{нас}} = H_{\text{потр}}. \quad (2)$$

На этом равенстве основывается метод расчета трубопроводов с насосной подачей.

Для нашей системы выполнен гидравлический расчет технологического трубопровода на примере первых двух емкостей с насосом.

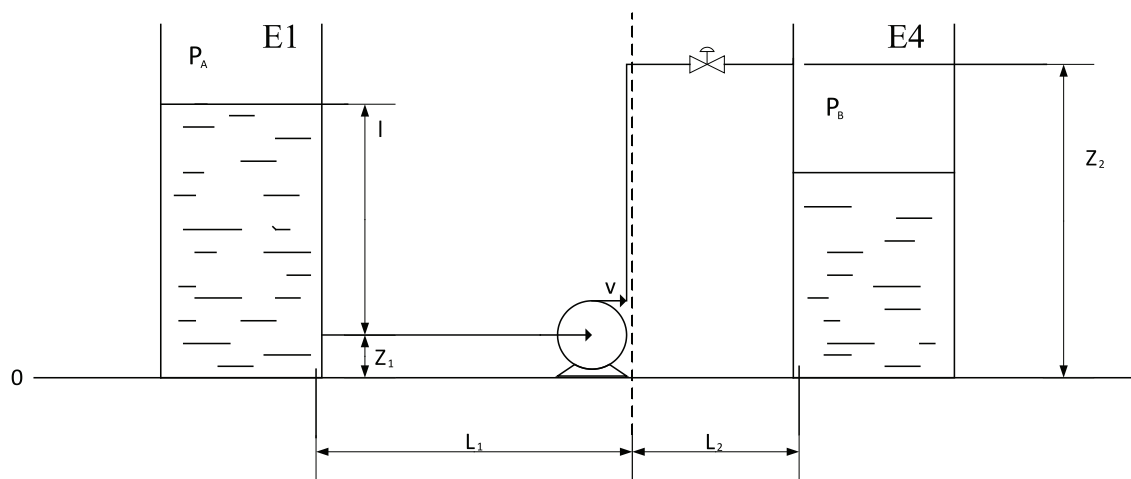


Рис. 1. Схема трубопровода между технологическими емкостями E1 и E4

Приведем для расчета начальные данные:

Давление в первой и второй емкостях E1 и E4 одинаково и равно $P_A = P_B = 1,2 \cdot 10^5$ Па; длина трубы от емкости E1 до насоса: $L_1 = 0,9$ м, длина трубы от насоса до емкости E4: $L_2 = 0,1$ м; диаметр труб $d = 0,02$ м; площадь сечения труб $F = 3,14 \cdot 10^{-4}$ м²; расход перекачиваемой воды $q = 2,81 \cdot 10^{-4}$ м³/с. Справочные значения плотности и динамической вязкости воды равны соответственно $\rho = 998,2$ кг/м³ и $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

В технологической схеме присутствуют различные виды местных сопротивлений: вентиль нормальный; отвод $\varphi = 90^\circ$, закругление трубы на небольшой градус. Высота подъема жидкости: $\Delta Z = 1,2$ м.

Для нахождения скорости течения жидкости в трубе используется формула расхода:

$$q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (3)$$

Выразив из формулы 3 скорость, получено уравнение следующего вида [7]:

$$v = \frac{q}{F}. \quad (4)$$

Подставив в уравнение (4) начальные данные, получена следующая скорость:

$$v = \frac{2,81 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 10^{-4}} = 0,89 \text{ м/с.}$$

Напор, требуемый для преодоления сопротивления столба жидкости, определяется по формуле

$$H_{\text{ст}} = \Delta Z + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \Delta l,$$

где $\Delta l = l_2 - l_1 = -1$ м.

Тогда $H_{\text{ст}} = 0,2$ м.

Основной расчетной формулой для потерь напора при турбулентном течении жидкости в круглых трубах является эмпирическая формула, называемая формулой Вейсбаха – Дарси и имеющая следующий вид [9, 12]:

$$h_{\text{пот}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (5)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения; d – диаметр трубы; v – скорость движения жидкости; l – длина трубы.

Для расчета коэффициента гидравлического трения необходимо рассчитать число Рейнольдса по следующей формуле [5]:

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu}. \quad (6)$$

Подставив в уравнения начальные данные, получаем число Рейнольдса: $Re = 17767,96$. Отсюда можно сделать вы-

$$h_{\text{пот}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,027 \cdot \frac{1}{0,02} \cdot \frac{0,89^2}{2 \cdot 9,8} = 0,0545 \text{ м.}$$

Для расчета потерь напора в местных сопротивлениях необходимо выбрать справочные значения коэффициентов местных потерь для соответствующих местных сопротивлений: $\xi_1 = 0,5$ – коэффициент местных потерь для элемента – вход в трубу; $\xi_2 = 5$ – коэффициент местных потерь для вентиля нормального; $\xi_4 = 1,2$ – коэффициент местных потерь для поворота трубы на $\varphi = 90^\circ$; $\xi_5 = 0,2$ – коэффициент местных потерь для закругления трубопровода; $\xi_6 = 1$ – коэффициент местных потерь для элемента – выход из трубы;

Тогда для всего трубопровода

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 + \xi_5 + \xi_6. \quad (8)$$

Местные потери на всей протяженности трубопровода рассчитываются по следующей формуле:

$$h_{\text{м}} = \frac{\xi \cdot v^2}{2 \cdot g}. \quad (9)$$

Подставив в уравнение (9) данные, получим потери напора в местных сопротивлениях $h_{\text{м}} = 0,319$ м.

вод, что течение жидкости является турбулентным.

Кроме этого коэффициент гидравлического трения зависит от относительной шероховатости Δ/d (или Δ/r_0 , где r_0 – радиус трубы). Поскольку в установке используются новые металлопластиковые трубы, то коэффициент шероховатости примем $\Delta = 7 \cdot 10^{-6}$ м, а коэффициент абсолютной шероховатости $\Delta_3 = 3,5 \cdot 10^{-6}$ м.

Тогда критический коэффициент Рейнольдса, рассчитанный по формуле

$$Re_{\text{кр}} = \frac{10 \cdot d}{\Delta_3}, \text{ будет равен } 57142.$$

В соответствии с таблицей определения коэффициента гидравлического трения, если число Рейнольдса лежит в диапазоне

$$4000 < Re < 10 \cdot \left(\frac{d}{\Delta_3} \right), \text{ то коэффициент } \lambda$$

определяется по полуэмпирической формуле Блазиуса:

$$\lambda_{\text{Т}} = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}. \quad (7)$$

Подставив известные данные в уравнение 7, получаем коэффициент гидравлического трения $\lambda_{\text{Т}} = 0,027$.

Тогда потери на участке трубопровода

Тогда общие потери напора в трубопроводе будут складываться из потерь напора на участке трубопровода и потерь напора на местных сопротивлениях:

$$h = h_{\text{м}} + h_{\text{пот}} + h_{\text{ст}} = 0,566 \text{ м.}$$

В результате получаем, что потребный напор равен общим потерям напора в трубопроводе.

Для технологического процесса учебно-экспериментальной установки было проведено моделирование локальных контуров [4]. Все объекты были описаны с помощью математических формул, однако в модели не были учтены потери напора в трубопроводе и местные потери напора жидкости, поэтому было проведено моделирование гидравлической системы учебно-экспериментальной установки в пакете *Matlab Simulink* в среде моделирования *Simscape* с библиотекой *Sim Hydraulics* [10]. Данная среда предоставляет набор модулей для моделирования и симуляции физических систем, содержащих механические, гидравлические, электрические и другие компоненты. *Simscape* позволяет описать физическую

структуру системы на более высоком уровне, чем математические выражения, лежащие в основе этой системы.

С помощью библиотеки *Sim Hydraulics* была собрана модель гидравлической си-

стемы учебно-экспериментальной установки. Схема модели экспериментальной установки в среде *Simulink* приведена на рис. 2. Результаты моделирования представлены на рис. 3.

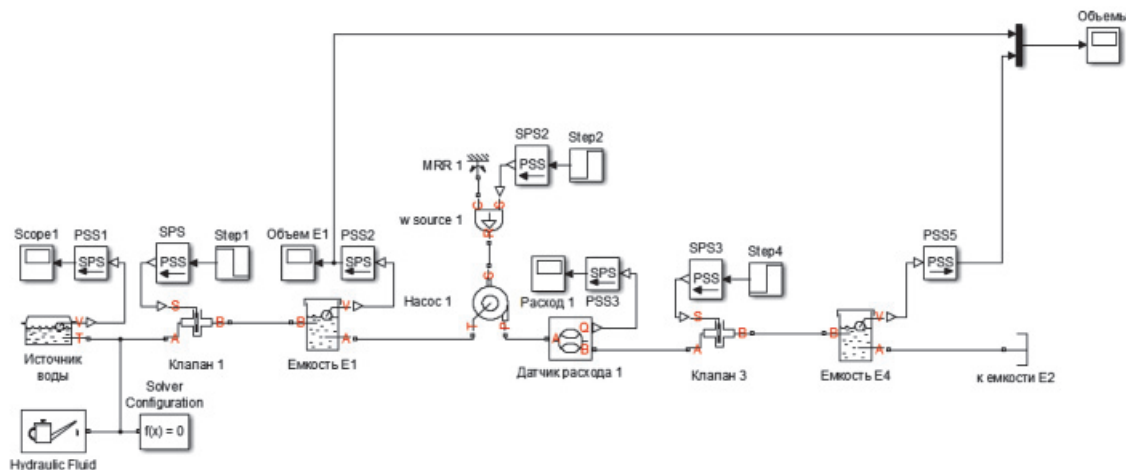


Рис. 2. Схема модели учебно-экспериментальной установки в среде *Simulink*

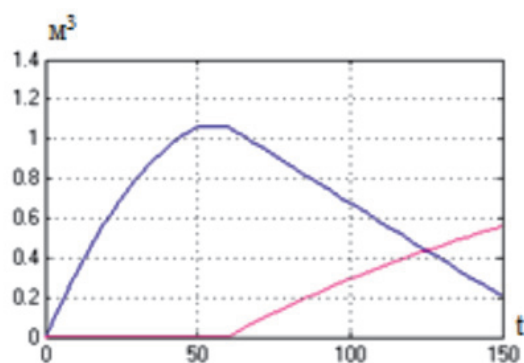


Рис. 3. График изменения объема жидкости в емкостях E1, E4

В результате проведенной работы были рассчитаны потери напора в трубопроводе учебно-экспериментальной установки. Полученные результаты позволили оценить влияние внешних и внутренних факторов на технологический процесс. На основе проведенных расчетов проводят выбор насоса, который будет обеспечивать требуемый напор в трубопроводе.

С учетом гидравлических расчетов было проведено моделирование участка технологического процесса, получены графики, на основании которых будет проводиться дальнейшее исследование системы, направленное на разработку систем автоматического регулирования технологического процесса, а именно на расчет ПИД-регуляторов.

Компьютерное моделирование технологических систем является актуальным и перспективным направлением, поскольку оно позволяет повысить точность и качество управления процессами. В свою очередь математические модели позволяют проводить исследования системы или технологического процесса быстро и без существенных затрат.

Список литературы

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. – М.: Машиностроение, 1982 – 424 с.
3. Даденков Д.А., Поносова Л.В., Петроченков А.Б., Друзьякин И.Г., Лейсле А.Г. Разработка экспериментальной установки имитации работы контуров регулирования технологических процессов производства бумаги предприятия ООО «Пермский картон» // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. – 2010. – С. 196–206.
4. Даденков Д.А., Черемных Д.Н., Честиков А.П. Синтез и моделирование локальных контуров регулирования учебно-экспериментальной установки целлюлозно-бумажного производства // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – Т. 1. – № 7. – С. 131–142.
5. Даденков Д.А., Поносова Л.В., Друзьякин И.Г., Петроченков А.Б. Анализ методов решения задачи подобия технологических процессов производства бумаги в экспериментальных и производственных условиях // Научные исследования и инновации. – 2012. – С. 175–184.
6. Долгачев Ф.М., Лейко В.С. Основы гидравлики и гидропривод. – М.: Стройиздат 1981. – 182 с.

7. Леонов А.М., Михеев В.А., Москаленко Т.В., Данилов О.С. Гидравлический расчет трубопровода от станции угольная до нерюнгринской ГРЭС // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2009. – С. 404–408.

8. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Фатеев И.В. Расчет сложных трубопроводов с насосной подачей: учебное пособие по курсу «Гидравлика, гидромашин и гидроприводы» для студентов машиностроительных специальностей / под редакцией профессора Ю.А. Беленков – М.: МАМИ, 2003. – 48 с.

9. Микитюк А.В., Кажаров В.М., Шугай П.Ю. Гидравлический расчет поливного полиэтиленового трубопровода системы капельного орошения // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета. – 2005. – С. 105–111.

10. Моделирование физической системы в Matlab Simscape [Электронный ресурс] URL: <http://sl-matlab.ru/products/simscape> (дата обращения 18.08.2014).

11. Некрасов Б.Б., Беленков Ю.А. Насосы, гидроприводы и гидропередачи. – М.: МАМИ, 1976. – 128 с.

12. Снежко В.Л., Бенин Д.М. К вопросу определения потерь напора в трубопроводах // Перспективы науки. – 2011. – С. 75–79.

References

1. Akhnazarova S.L., Kafarov V.V. *Metody optimizatsii eksperimenta v khimicheskoy tekhnologii* [Methods of optimization experiment Chemical Technology]. M.: Vysshaya shkola, 1985. 327 p.

2. Bashta T.M., Rudnev S.S., Nekrasov B.B. *Gidravlika, gidromashiny i gidroprivody* [Hydraulics, hydraulic and hydraulic drives]. M.: Mashinostroenie, 1982, 424 p.

3. Dadenkov D.A., Ponosova L.V., Petrochenkov A.B., Druz'jakin I.G., Lejsle A.G. *Jenergetika. Innovacionnye napravleniya v jenergetike. CALS-tehnologii v jenergetike – Energetics. Innovative direction in Energetics*, 2010. pp. 196–206.

4. Dadenkov D.A., Cheremnykh D.N., Chestikov A.P. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jeletrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravleniya – Bulletin of perm national research polytechnic university. Electronics, informational technology, control systems*, 2013. no. 7, pp. 131–142.

5. Dadenkov D.A., Ponosova L.V., Druz'jakin I.G., Petrochenkov A.B. *Nauchnye issledovaniya i innovacii – Scientific researches and innovation*, 2012, no. 1–4, pp. 175–184.

6. Dolgachev F.M., Leyko V.S. *Osnovy gidravliki b gidroprivod* [Fundamentals of hydraulics and hydraulic]. Moscow. Stroyizdat, 1981. 182 p.

7. Leonov A.M., Mikheev V.A., Moskalenko T.V., Danilov O.S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskij zhurnal) – Mountain information-analytical bulletin (scientific and technical journal)*, 2009. pp. 404–408.

8. Lepeshkin A.V., Mikhaylin A.A., Fateev I.V. *Raschet slozhnykh truboprovodov s nasosnoy podachey* [Calculation of complex pipeline pump-fed]. M.: MAMI, 2003. 48 p.

9. Mikityuk A.V., Kazharov V.M., Shugay P.YU. *Politematicheskij setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal kubanskogo gosudarstvennogo agregatnogo universiteta – Scientific Journal of KubSAU*, 2005. pp. 105–111. Available at: <http://ej.kubagro.ru>.

10. *Modelirovanie fizicheskoy sistemy v Matlab Simscape (Modeling of the physical system in Matlab Simscape)*. Available at: <http://sl-matlab.ru/products/simscape> (accessed 7 August 2014).

11. Nekrasov B.B., Belenkov YU.A. *Nasosy, gidroprivody i gidroperedachi* [Pumps, hydrodrives and hydraulic transmission]. M.: MAMI, 1976. 128 p.

12. Snezhko V.L., Benin D.M., *Perspektivy nauki* [Future science], 2011. pp. 75–79.

Рецензенты:

Бульбович Р.В., д.т.н., профессор, декан аэрокосмического факультета, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Цаплин А.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой общей физики, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 681.5:621.311

**ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ (СИСТЕМАМИ)****Ромодин А.В., Слаутин Ю.А., Калинин И.С.***ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: romodin@mail.ru*

Рассмотрены вопросы построения математической модели информационно-измерительной системы управления электроэнергетическими комплексами (системами) на основе использования принципов онтологий взаимодействия процессов. Рассмотрена проблема семантической неоднородности информационных систем при решении задач распределения потоков в системах энергораспределения. Построенная математическая модель интеграции онтологий информационно-измерительной системы распределения электроэнергетических потоков между энергопотребителями адекватно описывает их семантические особенности. Данный подход позволяет оптимальным образом интегрировать локальные базы интегрированных информационно-измерительных систем управления потоками мощности в электроэнергетических комплексах при различных режимах работы. Особенностью разработанной модели является создание единой информационно-управляющей системы обрабатывающей различные репозитории локальных систем, ранее не связанных в единую информационную базу. Объединение репозиториях позволяет в процесс управления распределения энергетических потоков ввести кортежи баз знаний для построения экспертных систем автоматизации процессов энергораспределения между потребителями.

Ключевые слова: онтология, управление, электроэнергетические комплексы (системы), информационно-измерительные системы

**BUILD AN ONTOLOGICAL MODEL MANAGEMENT ISSUES
OF ELECTRIC POWER COMPLEXES (SYSTEMS)****Romodina A.V., Slautin Y.A., Kalinin I.S.***Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: romodin@mail.ru*

Questions of creation of mathematical model of an information-but-measuring control system of electrical power complexes (systems) on the basis of use of the principles of ontologies of interaction of processes are considered. The problem of semantic heterogeneity of information systems at the solution of problems of distribution of streams in systems of power distribution is considered. The constructed mathematical model of integration of ontologies of information and measuring system of distribution of electrical power streams between power – consumers adequately describes their semantic features. This approach allows to integrate optimum local bases integrated informationally and measuring control systems of power streams in electrical power complexes at various operating modes. Feature of the developed model is creation of the uniform management information system processing various repositories of local systems earlier not connected in uniform information base. Association of repositories allows to enter into management process of distribution of power streams trains of knowledge bases for creation of expert systems of automation of processes of power distribution between consumers.

Keywords: ontology, management, electrical power complexes (systems), information and measuring systems

Интеллектуализация электроэнергетических комплексов связана с внедрением новых информационных и измерительных систем, усложнением их внутренних механизмов взаимодействия и поведенческих мотивов, что определяет актуальность поиска новых технологий в области моделирования, направленных на повышение эффективности их функционирования, объединения и разработки новых структурных элементов управления [5, 7].

Для обеспечения автоматизации управления и опционального распределения потоков мощности/энергии в электроэнергетических системах предлагается к разработке информационно-измерительная система управления электроэнергетическими комплексами (ИИСУЭЭК) [6]. При постоянных изменениях в бизнес-процес-

сах распределения энергетических ресурсов по многим зачастую не стыкуемым в систему параметрам отбора качеств и свойств разработчики подобных систем вынуждены постоянно заниматься корректировкой программ и моделей данных, что приводит к семантической неоднородности интегрируемых информационных потоков и зачастую необходимости повторной разработки приложений-конверторов.

Для более детального рассмотрения вопросов решения проблемы семантической неоднородности информационных потоков используем онтологии [8]. Но в существующих информационно-управляющих системах используются несколько идентифицированных областей, к которым предъявляются различные требования. Поэтому для обеспечения семантически корректной

интероперабельности неоднородных информационных и распределяющих систем, в контексте данной предметной области необходимо выяснить общность и различия онтологий, которые лежат в их основе, согласовать неоднородные онтологические спецификации и на базе соответствий онтологических контекстов осуществлять преобразование информационных потоков. Необходимый алгоритм построения результирующей онтологии разработан из нескольких отношений и атрибутов. Задача интеграции уже сводится к задаче построения отображений и интеграции онтологий и, далее установления взаимосвязей схем, т.е. сохранения соответствия множества онтологий нашей системы заданному набору семантических зависимостей, который позволяет установить между ними взаимодействие.

Как правило, любая объектная схема автоматизированной информационной системы включает в себя элементы, которые соответствуют сущностям разных предметных областей, где каждый объект характеризуется значениями набора атрибутов и представляется как множество упорядоченных пар (Π) вида

$$\Pi = \{ \langle a_i, d_i \rangle \}, \quad (1)$$

где a_i – атрибут объекта; d_i – значение атрибута; $i \in [1..n]$; n – количество атрибутов.

В зависимости от рассматриваемой предметной исследуемой базы информационных ресурсов и их определяющей роли в управлении электроэнергетическими потоками мощности/энергии предлагается ввести универсальную базовую единицу в рассматриваемой модели управления, как концепт.

Каждый концепт (K) онтологии нашей системы идентифицируется по имени и характеризуется типом. Поэтому концепт зададим как

$$K_i = (name_i, type_i), \quad (2)$$

где $name_i$ – уникальное имя (идентификатор) i -го концепта; $type_i$ – тип i -го концепта (абстрактный либо составной).

Далее, концепты могут быть членами различных иерархий, но мы можем по определяемым нами признакам выделить из них топологии отдельных групп с близкими атрибутами либо взаимозависимыми общими величинами однорангового значения. Объединим такие группы концептов в множество концептов $K = \{ K_i |_{i=1,2,\dots,n} \}$.

Так как необходимо соотнести процесс выявления и описания различных и множественных факторов образования тех или иных концептов с переносимыми по на-

следствию уникальными атрибутами, которые и связывают концепты в группы идентичных целей или свойств по наследуемым (генетическим) признакам, то выразим множество отношений между рассматриваемыми концептами:

$$M = \{ M_1, M_2, M_3 \}, \quad (3)$$

где M_1 – отношение наследования (отношения «класс – подкласс»); $M_1(K_1, K_2)$, где K_1 – является надклассом концепта K_2 ; M_2 – отношение агрегации (отношения «часть/целое»), $M_2(K_1, A')$: атрибуты концепта K_1 входят во множество атрибутов всех концептов A' ; M_3 – отношение ассоциации (семантические отношения), обладающее свойством транзитивности [1].

И теперь можем приступить к созданию идеологических принципов формирования общего репозитория информационных и управляющих систем, соответственно их семантической принадлежности.

Вводится функция интерпретации (H) ИИСУЭЭК, сопоставляющей каждому концепту онтологии множество элементов информационной системы, и каждой роли – декартово произведение таких множеств. Интерпретация называется моделью онтологии $O(H \in M(O))$, если она удовлетворяет всем значениям в K и M . Онтология, не имеющая моделей, называется противоречивой.

Описание онтологических моделей информационных систем, автоматизирующих процессы распределения энергетических потоков между потребителями, которые состоят из информационных объектов, формально можно представить в следующем виде:

$$O = \langle K, A, \Gamma, \Phi_A, \Phi_K, M, H \rangle, \quad (4)$$

где $K = \{ K_i |_{i=1,2,\dots,n} \}$ – множество концептов;

$A = \{ a_{ij} |_{ij=1,2,\dots,j} \}$ – множество атрибутов

концептов; $\Gamma = \{ \Gamma_{ik} |_{ik=1,2,\dots,k} \}$ – множество

ограничений, накладываемых на атрибуты;

$\Phi_K : K \rightarrow 2^A$ – отображение, задающее для каждого концепта множество его атрибутов;

$\Phi_A : A \rightarrow \Gamma$ – отображение, задающее ограничения на каждый атрибут; M – множество

отношений; H – функция интерпретации.

Информационная система, использующая онтологию O , представлена в виде

$$Y^O = \langle O, Y, \Phi_Y, \Phi_P \rangle, \quad (5)$$

где $Y = \{ v_1, v_2, \dots, v_n \}$ – множество элементов объектной схемы информационной системы; $\Phi_Y : Y \rightarrow K$ – отображение,

ставящее в соответствие элементу объектной схемы его концепт; $\Phi_p : Y \times Y \rightarrow M$ – отображение, ставящее в соответствие связям между элементами объектной схемы их отношения в онтологии, и для любого элемента $\Pi \in Y$ выполняется условие: множество атрибутов элемента объектной схемы Π соответствует атрибутам его концепта, т.е. $\{a : \langle a, d \rangle \in \Pi\} = \Phi_k(\Phi_Y(\Pi))$ [2, 8].

Далее, когда рассматривается наличие разнородных по управлению или назначению информационных или управляющих распределительных систем, предлагаем применить категорию объединения разнородных информационных объектов или их групп на втором, более высшем эшелоне рассмотрения принципов взаимодействия информационных и управляющих процессов, по тому же методу, что и ранее.

Обозначим через Ψ^O – множество онтологических моделей ИИСУЭЭК, использующих онтологию O .

Обозначим изменение информационной системы как отображение

$$X: \Psi^O \rightarrow \Psi^O, \quad (6)$$

где Ψ^O – множество неоднородных информационных систем в ИИСУЭЭК.

Различные онтологии ИИСУЭЭК, входящие в O , имеют пересекающиеся множества атрибутов, типов и концептов. Для этого необходимо, чтобы отображения $\Phi_Y, \Phi_K, \Phi_A, \Phi_p$ на одинаковых концептах онтологий ИИСУЭЭК совпадали. Результирующая онтология определяет соответствия концептов и правила их интерпретации ИИСУЭЭК, что позволяет успешно установить их взаимодействие.

Информационная система (ИИСУЭЭК)

$$Y' = \langle \bar{O}, \bar{Y}, \bar{\Phi}_Y, \bar{\Phi}_p \rangle \quad (7)$$

называется *интегрированной* на множестве ИИСУЭЭК $Y^{\bar{O}}$, если $Y^{\bar{O}} = \{Y_1^{O^1}, Y_1^{O^2}, \dots, Y_N^{O^N}\}$ непротиворечиво, т.е. существуют $\bar{\Phi}_Y : \bar{Y} \rightarrow \bar{K}$, $\bar{\Phi}_K : \bar{K} \rightarrow 2^{\bar{A}}$, $\bar{\Phi}_A : \bar{A} \rightarrow \bar{G}$, $\bar{\Phi}_p : \bar{Y} \times \bar{Y} \rightarrow \bar{M}$, являющиеся расширением соответствующих отображений:

$$\Phi_{K_i}, \Phi_{A_i}, \Phi_{Y_i} \quad (1 \leq i \leq N).$$

Для осуществления согласованного изменения данных в ИИСУЭЭК необходимо установление между онтологиями семантических зависимостей, которые определяют семантическую близость концептов. Таким

образом, цель интеграции заключается в сохранении соответствия множества онтологий информационных систем заданному набору семантических зависимостей.

Под семантической зависимостью, заданной на онтологии O , предполагается Z -предикат, заданный на O .

Множество семантических зависимостей

$$Z = \{z^1, z^2, z^3, z^4, z^5\} \quad (8)$$

непротиворечиво, если существует онтология O , которая удовлетворяет зависимости z_i .

Для численной оценки семантической близости концептов онтологий выбран подход, основанный на результатах исследований А. Maedche, профессора университета Мангейма (Германия) [9, 10]. В соответствии с этим рассматриваются атрибутивная, таксономическая и реляционная меры, результаты измерений с использованием каждой из них с учётом весовых коэффициентов и используются для комплексной оценки семантической близости.

Предлагается определять атрибутивную меру не как пересечение диапазонов числовых значений атрибутов концептов, а как отношение пересечения множеств атрибутов к объединению множеств атрибутов концептов. Также определять весовые коэффициенты автоматически с использованием генетического алгоритма. Основные преимущества предлагаемого подхода заключаются в выявлении ключевых концептов для построения результирующей онтологии, устранения субъективности описаний понятий онтологии и зависимости от точек зрения разработчиков онтологий.

К сформированной популяции потенциальных решений со следующими ограничениями $t, r, a \in [0, 1]$; $t + r + a = 1$, *elitv* применять стандартные операторы отбора, кроссовера и мутации.

Критерий выбора – это максимизация суммы мер семантической близости между концептами двух онтологий:

$$f_{t,r,a} = \sum_{k_i \neq k_j} S(k_i, k_j). \quad (9)$$

Для выделения меры семантической близости, при которой концепты эквивалентны, необходимо выбрать пороговое значение меры близости. Разработан метод определения критерия подобия концептов для классификации отображений в пять групп: эквивалентность, частичная эквивалентность, обобщение, уточнение, неопределённость:

$$b = \max(S(k_i, k_j) | \forall k_i \in O_1, \forall k_j \in O_2) \times (1 - \rho_1), \quad (10)$$

где ρ_1 – процент, при котором b считается порогом подобия для опре-

деления эквивалентности кон-
цептов:

$$q = \min \left(S(k_i, k_j) \mid \forall k_i \in O_1, \forall k_j \in O_2 \right) \times (1 - \rho_2), \quad (11)$$

где ρ_2 – процент, при котором считается порогом подобия для определения отсутствия эквивалентности концептов [1].

Закключение

Построенная математическая модель интеграции онтологий ИИСУЭЭК адекватно описывает их семантические особенности. Алгоритм интеграции с использованием онтологий в целом лишен многих недостатков, присущих чисто техническим методам, и предоставляет возможность разработки интегрированных систем, работающих с информацией на семантическом уровне.

Практическое использование разработанного метода моделирования позволяет оптимальным образом объединять локальные базы интегрированных информационно-измерительных систем управления перетоками мощности в электроэнергетических системах/комплексах (при различных режимах работы, в т.ч. с учётом финансового планирования энергопотребления). При этом исключается дублирование информационно-управляющих потоков и обеспечивается целостность и непротиворечивость представленных в них сведений.

Необходимо отметить, что универсального подхода к построению онтологических моделей не существует, а созданная онтология является базисным элементом для дальнейшего моделирования энергетической системы территории (региона) [3, 4] и служит для более структурированного исследования данной отрасли.

Список литературы

1. Бубарева О.А., Попов Ф.А. Математическая модель процесса интеграции информационных систем на основе онтологий // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 2; URL: www.science-education.ru/102-6030 (дата обращения: 19.09.2014).
2. Интеграция информационных технологий в системных исследованиях энергетики / Л.В. Массель, Е.А. Болдырев, А.Ю. Горнов и др. / год ред. Н.И. Воропая. – Новосибирск: Наука, 2003. – С. 32.
3. Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Комплекс «Энергооптимизатор» // *Электротехника*. – 2010. – № 6. – С. 49а–54.
4. Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Разработка подходов к построению комплекса «Энергооптимизатор» // *Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность*. – 2013. – № 4. – С. 20–25.
5. Петроченков А.Б., Ромодин А.В., Хорошев Н.И. Об одном формализованном методе оценки управленческих решений (на примере управления электротехническими объектами) // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2009. – № 87. – С. 166–171.
6. Приказ Министерства промышленности и энергетики РФ от 22.02.2007 № 49 «О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения)»; URL: zakonbase.ru/content/nav/103038 (дата обращения: 19.09.2014).

7. Ромодин А.В., Лейзгольд Д.Ю. Модель системы ситуационного управления гибкими линиями электропередачи в нормальных режимах работы // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 6. – С. 193.

8. Смирнов С.В. Онтологии в задачах моделирования сложных систем // *Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды II международной конференции (Самара, июнь 2000)*. – Самара: СНЦ РАН, 2000. – С. 66.

9. Botzenhardt A., Maedche, A. & Wiesner, J. Developing a Domain Ontology for Software Product Management // *Proceedings of the 5th International Workshop on Software Product Management (IWSPM-2011)*, Trento, Italy. IEEE Xplore, Digital Library, 2011.

10. Maedche A., Zacharias V. Clustering ontology-based metadata in the semantic web // *Principles of Data Mining and Knowledge. Proceedings of the 6th European Conference (PKDD 2002)*, LNCS 2431. – Springer-Verlag, Berlin, 2002. – P. 348.

References

1. Bubareva O.A., Popov F.A. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, no. 5, available at: www.science-education.ru/102-6030 (accessed 19 September 2014).

2. Massel L.V., Boldyrev E.A., Gornov A.Yu., Makogonova N.N., Tripulina V.V., Voropay N.I. (Ed.). *Integratsiya informatsionnykh tekhnologiy v sistemnykh issledovaniyakh energetiki*. Novosibirsk: Nauka, 2003. pp. 32.

3. Petrochenkov A.B., Romodin A.V. *Elektrotekhnika – Russian Electrical Engineering*, 2010, no. 6, pp. 49a–54.

4. Petrochenkov A.B., Romodin A.V. *Elektro. Elektrotekhnika, elektroenergetika, elektrotekhnicheskaya promyshlennost*, 2013, no. 4, pp. 20–25.

5. Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Khoroshev N.I. *Nauchno-tekhnicheskie ведомosti SPbGPU*, 2009, no. 87, pp. 166–171.

6. Decree No. 49 of the Ministry of Industry and Energy of the Russian Federation of 22 February 2007. *O porjadke rascheta znacheniy sootnosheniya potrebleniya aktivnoy i reaktivnoy moshchnosti dlya otdelnykh energoprinyimayuschikh ustroystv (grupp energoprinyimayuschikh ustroystv) potrebiteley elektricheskoy energii, primenyaemykh dlya opredeleniya obyazatelstv storon v dogovorakh ob okazanii uslug po peredache elektricheskoy energii (dogovorakh energosnabzheniya)*, available at: zakonbase.ru/content/nav/103038 (accessed 19 September 2014).

7. Romodin A.V., Leyzgold D.Yu. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 6, pp. 193.

8. Smirnov S.V. *Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnykh sistemakh: Trudy II mezhdunarodnoy konferencii* (Proceedings of the 2nd International Conference «Issues of control and modeling in complicated systems», Samara, June 2000). Samara: SNTS RAN, 2000, pp. 66.

9. Botzenhardt A., Maedche A., Wiesner J. Developing a Domain Ontology for Software Product Management. *Proceedings of the 5th International Workshop on Software Product Management (IWSPM-2011)*, Trento, Italy. IEEE Xplore, Digital Library, 2011.

10. Maedche A., Zacharias V. Clustering ontology-based metadata in the semantic web. In: *Principles of Data Mining and Knowledge. Proceedings of the 6th European Conference (PKDD 2002)*, LNCS 2431. Springer-Verlag, Berlin, 2002. pp. 348.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Закиров Д.Г., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, ФГБУН «Горный институт» Уральского отделения Российской академии наук (ГИ УрО РАН), г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

СИНТЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМУЛЫ АККЕРМАНА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ

Рустамханова Г.И., Коломыцев В.Г.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: rgi@etf.pstu.ru

В статье рассматривается методика синтеза последовательного реального управляющего алгоритма для замкнутых систем автоматического управления с полной обратной связью по состоянию. Метод основывается на переходе от параллельного стабилизирующего алгоритма в форме линейных комбинаций переменных состояния к последовательному путем эквивалентного преобразования к структурной схеме с единичной отрицательной обратной связью. Синтез вектора обратных связей производится методом Аккермана. Исходя из требуемых показателей качества замкнутой системы определяется положение желаемых корней характеристического уравнения системы управления на комплексной плоскости, после чего по уравнению системы в пространстве состояний и желаемому расположению корней производится расчет матрицы обратных связей. Методика сопровождается примером синтеза последовательного управляющего алгоритма САУ объектом третьего порядка.

Ключевые слова: последовательный управляющий алгоритм, синтез систем с обратной связью по состоянию, формула Аккермана

SYNTHESIS OF SEQUENTIAL CONTROL ALGORITHMS IN STATE SPACE BASED ON ACKERMANN'S FORMULA

Rustamkhanova G.I., Kolomytsev V.G.

Perm national research polytechnical university, Perm, e-mail: rgi@etf.pstu.ru

The article describes a technique of synthesis sequential control algorithms for full-state feedback control systems. The proposed method is based on the conversion of parallel stabilizing algorithm to the sequential one with a single feedback. The parallel control algorithm is a linear combination of state variables. Feedback vector calculation based on the Ackermann's technique. The placement of the characteristic equation poles in the plane of complex numbers is determined by the required control target types (overshoot and transient period). Feedback vector is calculated according to the description of the system in the state space and the desired poles. Thereafter, the control structure should be transformed to the equivalent with a single feedback. The presented technique is accompanied by an example of the synthesis of sequential control algorithm for third-order plant. The method has been tested in MatLab environment. The graphs on characteristics obtained during the modeling experiment, have been presented.

Keywords: sequential control algorithm, full-state feedback control system synthesis, Ackermann's formula

Многообразие объектов с различными динамическими и статическими свойствами породило многообразие методов синтеза систем, нацеленных на определённые классы объектов. Одним из методов синтеза, ориентированных на описание объектов в пространстве состояний, является метод размещения полюсов основанный на применении полной обратной связи по состоянию и формулы Аккермана [2]. Этот метод позволяет определить матрицу коэффициентов обратных связей по описанию системы в пространстве состояний и желаемому расположению корней характеристического уравнения. Ограничением в применении обратных связей по состоянию является то, что эта обратная связь по своему действию обычно эквивалентна идеальным ПД и ПИД-регуляторам, которые имеют бесконечную полосу пропускания, тогда как реальные объекты и регуляторы всегда имеют конечную полосу пропускания. Кроме того,

на практике обычно используется информация только о входных, выходных сигналах и ограниченном числе переменных. Поэтому задача синтеза реальных последовательных стабилизирующих алгоритмов на основе расчёта управляющих алгоритмов с использованием формулы Аккермана остается актуальной.

Рассмотрим задачу синтеза на примере системы управления объектом с одним входом и одним выходом, декомпозиция которого представима в виде последовательного соединения минимально-фазовых или интегрирующих звеньев первого порядка, с заданными динамическими показателями качества системы: временем регулирования $-t$ и перерегулированием $-\sigma$.

Определим структуру и параметры последовательного реального управляющего алгоритма системы путём расчёта вектора обратных связей по состоянию методом Аккермана и перехода от параллельного

стабилизирующего алгоритма в форме линейной комбинации переменных состояния к последовательному алгоритму.

Методика синтеза последовательного управляющего алгоритма

Рассмотрим в обобщенном виде структурную схему замкнутой системы со ста-

билизированной матрицей коэффициентов обратных связей по состоянию. Данная замкнутая система эквивалентна алгоритмической структуре с главной отрицательной обратной связью исходной структуры и последовательными стабилизирующими алгоритмами инверсного вида:

$$W_{k_1}(p) = [1 + k_1 W_{o1}(p)]^{-1};$$

$$W_{k_2}(p) = [1 + k_2 W_{k_1}(p) W_{o1}(p) W_{o2}(p)]^{-1}, \dots;$$

$$W_{k(n-1)}(p) = [1 + k_{n-1} W_{k_1}(p) W_{k_2}(p) \dots W_{k(n-2)}(p) W_{o1}(p) W_{o2}(p) \dots W_{o(n-1)}(p)]^{-1},$$

где $W_{o1}(p), W_{o2}(p), \dots, W_{on}(p)$ – элементарные динамические первого порядка минимально-фазовые или интегрирующего вида передаточные функции объекта; $W_{k1}(p), W_{k2}(p), \dots, W_{k(n-1)}(p)$ – реальные составляющие последовательного управляющего ал-

горитма; $[k_1, k_2, \dots, k_n]$ – вектор коэффициентов отрицательных обратных связей по состоянию исходной структуры [1, 3].

Покажем справедливость этого утверждения. Пусть исходная структурная схема системы имеет вид, приведенный на рис. 1.

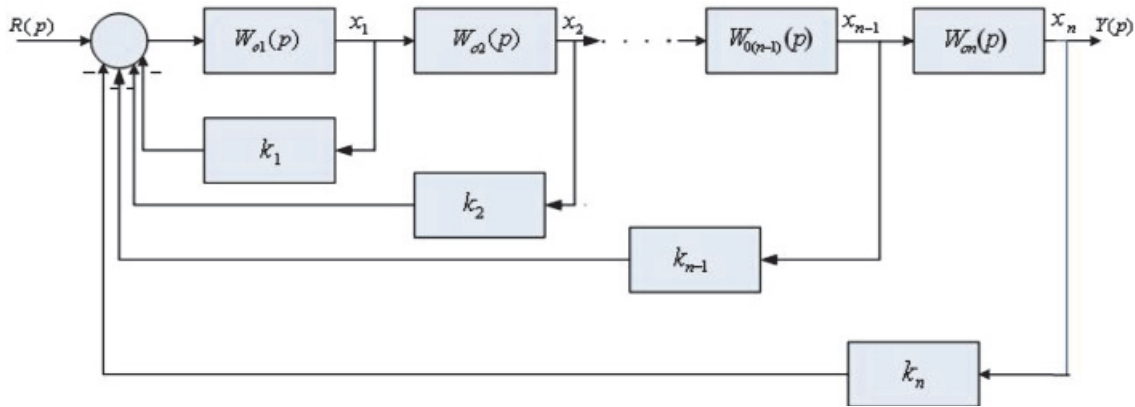


Рис. 1. Структурная схема исходной системы

Математическое описание первого контура системы приведено к виду

$$W_{s1}(p) = \frac{W_{o1}(p)}{1 + W_{o1}(p)k_1} = W_{p1}(p)W_{o1}(p),$$

где $W_{p1}(p) = \frac{1}{1 + W_{o1}(p)k_1} = [1 + W_{o1}(p)k_1]^{-1}$.

Математическое описание 2-го преобразованного контура системы приведено к виду

$$W_{s2}(p) = \frac{W_{p1}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p)}{1 + W_{p1}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p)k_2} = W_{p2}(p)W_{p1}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p),$$

где $W_{p2}(p) = \frac{1}{1 + W_{p1}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p)k_2} = [1 + W_{p1}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p)k_2]^{-1}$.

Математическое описание (n-1)-го преобразованного контура системы имеет вид

$$W_{s(n-1)}(p) = \frac{W_{p1}(p)W_{p2}(p) \dots W_{p(n-2)}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p) \dots W_{o(n-1)}(p)}{1 + W_{p1}(p)W_{p2}(p) \dots W_{p(n-2)}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p) \dots W_{o(n-1)}(p)k_{n-1}} =$$

$$= W_{p(n-1)}(p)W_{p1}(p)W_{p2}(p) \dots W_{p(n-2)}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p) \dots W_{o(n-1)}(p),$$

где $W_{p(n-1)}(p) = \frac{1}{1 + W_{p1}(p)W_{p2}(p) \dots W_{p(n-2)}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p) \dots W_{o(n-1)}(p)k_{n-1}} =$

$$= [1 + k_{n-1}W_{p1}(p)W_{p2}(p) \dots W_{p(n-2)}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p) \dots W_{o(n-1)}(p)]^{-1}.$$

С учетом полученных передаточных функций преобразованных контуров обратной связи эквивалентная структурная схема системы примет вид, изображенный на рис. 2.

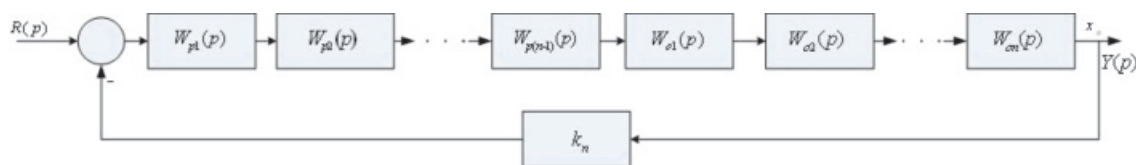


Рис. 2. Эквивалентная преобразованная структурная схема системы

На основании преобразования структурной схемы стабилизированной замкнутой системы автоматического управления к эквивалентной структурной схеме с единичной отрицательной обратной связью и последовательно включенным звеном с передаточной функцией, обратной передаточной функции цепи обратной связи, предлагается следующая методика синтеза:

1. Провести декомпозицию передаточной функции объекта управления, формируя последовательно соединённые минимально-фазовые или интегрирующие звенья первого порядка.

2. Составить графы объекта и замкнутой системы с отрицательными обратными связями по состоянию.

3. По графу объекта определить систему дифференциальных уравнений в форме Коши.

4. Записать дифференциальное уравнение замкнутой системы в векторной форме.

5. Используя требуемые показатели качества, определить расположение полюсов замкнутой системы на комплексной плоскости.

6. Провести расчёт параметров обратных связей по формуле Аккермана.

7. Проверить результат синтеза по переходной характеристике системы.

8. На основе утверждения об эквивалентности структурных схем произвести расчёт передаточных функций последовательного стабилизирующего алгоритма.

9. Сопоставить результаты синтеза системы с последовательным стабилизирующим алгоритмом по переходной характеристике и исследования системы с безынерционными обратными связями по состоянию. Если разность переходных характеристик моделей системы с различными видами стабилизации окажется в пределах погрешностей программной системы, то проектные расчёты считаются достоверными.

Рассмотрим применение методики на примере системы приёмочного контроля [2]. Структура нестабилизированной системы приёмочного контроля изображена на рис. 3. В результате синтеза необходимо найти такие значения коэффициентов обратной связи, при которых реакция системы на ступенчатый входной сигнал имела бы время регулирования по критерию 2% менее 2,2 с и перерегулирование менее 4,5%.

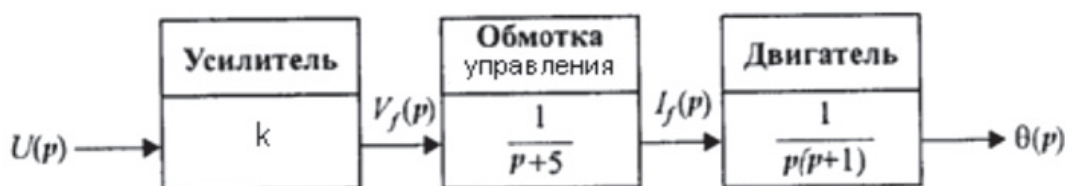


Рис. 3. Структурная схема разомкнутой системы автоматического контроля

Согласно предложенной методике получим модель объекта и системы в виде сигнального графа. Модель замкнутой системы в форме сигнального графа представлена на рис. 4. По сигнальному графу (структурной схеме) построим модель объекта в пространстве состояний.

В качестве переменных состояния выбираем $x_1 = \theta$, $x_2 = d\theta/dt$, $x_3 = i_f(t)$. Все эти переменные доступны измерению, поэтому можно записать уравнение обратной связи в виде

$$u = [-k_1 -k_2 -k_3]x = Kx.$$

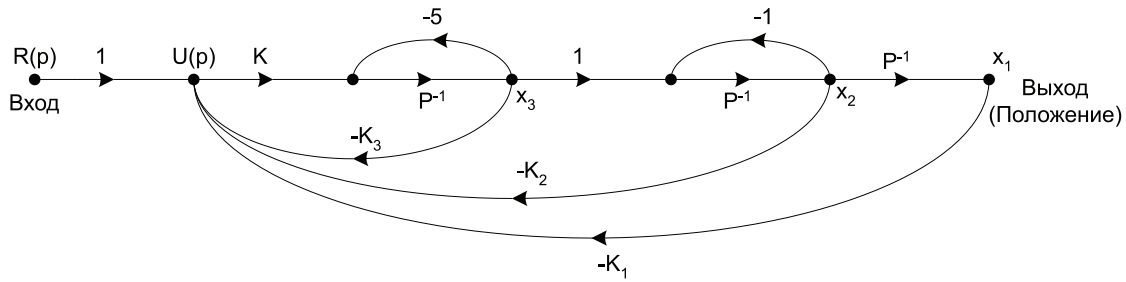


Рис. 4. Сигнальный граф замкнутой системы автоматического контроля

С учетом представленных обозначений модель замкнутой системы в пространстве состояний имеет вид

$$\begin{aligned} \mathbf{x}' &= \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & -5 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ k \end{bmatrix} u = \\ &= \mathbf{Ax} + \mathbf{BKx} = (\mathbf{A} + \mathbf{BK})\mathbf{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ -KK_1 & -KK_2 & -(5 + KK_3) \end{bmatrix} \mathbf{x}. \end{aligned}$$

Реакция системы 3-го порядка может быть аппроксимирована с помощью доминирующих корней системы 2-го порядка, если действительная часть комплексных корней не превышает 1/10 действительного корня.

Определим область требуемого расположения доминирующих корней на p -плоскости (рис. 5). В заштрихованной области перерегулирование не превышает заданного значения.

На основании требований к качеству переходного процесса используя приближенные соотношения: $t_p = \frac{4}{\zeta\omega_n}$ и $\sigma = 100e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$

находим значения $\zeta > 0,72$ и $\omega_n > 2,8$.

$$p_{1,2} = -\zeta\omega_n \pm j\omega_n\sqrt{1-\zeta^2},$$

где $\tau = \frac{1}{\zeta\omega_n}$ – постоянная времени, соответствующая доминирующим корням характеристического уравнения

$$\alpha = \arctg \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} = \arccos \zeta.$$

Таким образом, численные значения двух доминирующих и одного недоминирующего полюсов характеристического уравнения составят: $p_1 = -2 + 2i, p_2 = -2 - 2i, p_3 = -20$.

По формуле Аккермана (для $k = 240$) произведем расчёт параметров корректирующих обратных связей и определим переходную функцию замкнутой системы. Получены коэффициенты обратных связей: $k_1 = 0,6667, k_2 = 0,2708, k_3 = 0,0750$. Моделирование работы системы в среде MatLab подтверждает соответствие показателей качества исследуемой системы заданным ($\sigma = 4,27\%; t_p = 2,16$ с).

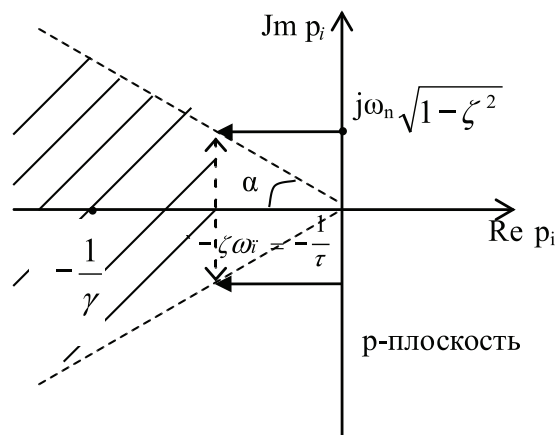


Рис. 5. Расположение доминирующих корней на p -плоскости

На основе утверждения об эквивалентности структурных схем проведём расчёт передаточных функций последовательного стабилизирующего алгоритма приведенным ранее формулам.

Для первого контура ($k_{oc} = k_3$),

$$W_{p1}(p) = [1 + W_{o1}(p)k_3]^{-1} = \frac{p+5}{p+23}.$$

Для второго контура ($k_{oc} = k_2$),

$$W_{p2}(p) = [1 + W_{p1}(p)W_{o1}(p)W_{o2}(p)k_2]^{-1} = \frac{p^3 + 29p^2 + 143p + 115}{p^3 + 29p^2 + 208p + 440}.$$

На рис. 6 приведены график переходного процесса системы с последовательным стабилизирующим алгоритмом (верхний), график

переходного процесса системы с полной обратной связью по состоянию (средний) и кривая расхождений переходных характеристик.

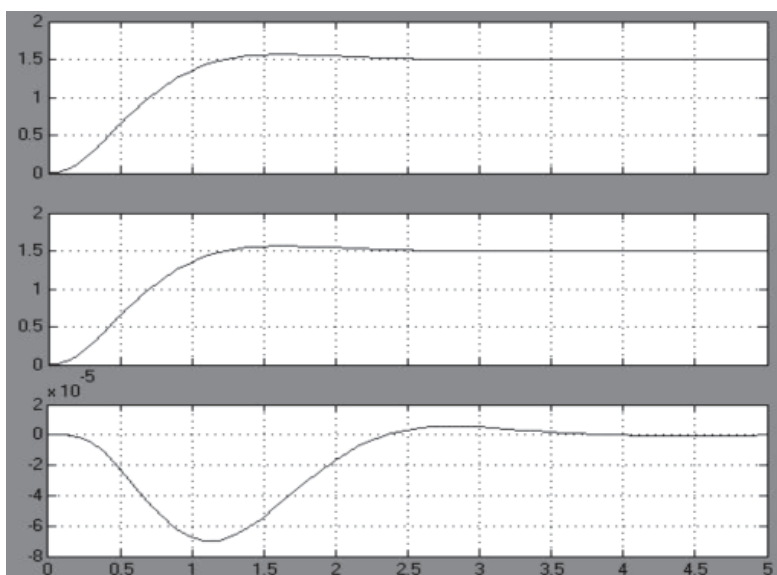


Рис. 6. Переходные характеристики системы с различными алгоритмами управления и график расхождений характеристик

Моделирование работы системы с последовательным стабилизирующим алгоритмом и с безынерционными обратными связями по переменным подтверждает идентичность реакций системы с допустимой погрешностью среды вычислений.

Список литературы

1. Диркс Г.Г., Коломышев В.Г. Построение логарифмических частотных характеристик замкнутых САУ на основе метода эквивалентных преобразований структурных схем // Информационные управляющие системы: Сб. научн. тр. Перм. гос. техн. ун-та. – Пермь, 1995. – С. 183–190.
2. Проектирование микропроцессорных систем автоматического управления: учеб. пособ. / Г.Г. Диркс, В.Г. Коломышев; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1997. – 175 с.
3. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987. – 712 с.
4. Dorf Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний: ЮНИМЕДИА-СТАЙЛ, 2004. – 832 с.
5. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Изд-во: Лаборатория Базовых Знаний, 2001 – 616 с.

References

1. Dirks G.G., Kolomytsev V.G. *Postroenie logarifmicheskikh chastotnykh harakteristik zamknutykh SAU na osnove metoda*

jequivivalentnykh preobrazovanij strukturnykh shem [Logarithmic frequency characteristics of feedback ACS on the basis of equivalent transformations of control structure], Perm, Perm State Technical University, 1995.

2. *Proektirovanie mikroprocessornykh sistem avtomaticheskogo upravleniya* [Design of microprocessor control systems], Perm, Perm State Technical University, 1997.

3. *Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya* [Handbook on automatic control theory]. Ed. by Krasovskiy A.A. Moscow, 19. Nauka Publ., 1987.

4. Dorf R.C., Bishop R.H. *Modern control systems*, – 10th edition – Prentice Hall, 2002.

5. Phillips Charles L., Harbor Royce D. *Feedback control systems*- Prentice Hall, 1991.

Рецензенты:

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДЛЯ БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ

Трушников К.П., Ромодин А.В., Лейзгольд К.А.

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

В статье рассмотрены проблемы потребления энергоресурсов бюджетными организациями образовательной сферы, такие как недостаточная эффективность при управлении потреблением топливно-энергетических ресурсов, неучет особенностей организации бюджетного процесса и др. Для решения данных проблем предлагается введение автоматизированной системы управления потреблением (АСУП) топливно-энергетических ресурсов в роли дополнительного связующего звена между объектом потребления и энергетической службой объекта потребления. Во второй части статьи подробно рассмотрена структурная схема предлагаемой системы управления, приведено описание алгоритма работы системы. Разработаны принципы работы каждого из блоков автоматизированной системы управления. Результаты работы являются первым шагом на пути создания полноценного программного продукта, который позволит решить проблему энергосбережения в данной сфере.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, топливно-энергетические ресурсы, автоматизированная система управления

DEVELOPMENT OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS CONSUMPTION OF FUEL AND ENERGY RESOURCES FOR STATE-FUNDED ORGANIZATION IN EDUCATIONAL AREA

Trushnikov K.P., Romodin A.V., Leyzgold K.A.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: romodin@mail.ru

In article deals with the problems of energy consumption by state-funded organization in educational area, such as low efficiency of the management of the fuel and energy resources consumption, neglect of the state-funded organization peculiarity and others. To solve these problems there is provided to introduce an automated control system of fuel and energy resources in the role of an additional link between the object of consumption and energy service of consumption object. With the aid of the control system Energy service of state-funded organization will have the opportunity to receive operation information about consumption object and make timely management decisions. In the second part of the article is considered in detail the diagram of the proposed control system and operating procedure description of the system. There are also developed the operating principle of each block of the automated control system. In particular for the control block of the system are developed the algorithms of predicting resource consumption based on neuro network device with account of climatic factors and status of the projected day (full-time, part-time, weekend). Training of neuronet was based on archival data. Ranking algorithm is energy-efficiency measures is developed by using the analytic hierarchy process in which each test significance is determined automatically based on the processing of basic data about research object using objective function of energy cost minimization instead of expert appraisalment.

Keywords: energy efficiency, fuel and energy resources, automated control system

В условиях реформы российской энергетики для учреждений бюджетной сферы стремительно возрастает роль качества внедряемых информационных технологий и решений. Но использование методов и технологий управления потреблением топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), предлагаемых в настоящее время, в бюджетной сфере экономики России затруднено в силу следующих основных причин:

- неучет особенностей организации бюджетного процесса;
- плохое техническое состояние систем энергообеспечения объектов бюджетной собственности;
- ограниченность финансовых средств на реализацию энергосберегающей политики в бюджетных учреждениях;

- низкая квалификация энергообслуживающего персонала объектов бюджетной сферы;
- отсутствие энергосервисных компаний, работающих в бюджетном секторе.

Поэтому решение задач повышения энергетической эффективности требует разработки оригинальных стратегий управления процессами энергопотребления, в первую очередь, на базе самих учреждений. Сложность решения названных проблем обусловлена их комплексным характером, требующим рассмотрения, с одной стороны, научно-технических аспектов, предметно связанных с процессами энергопотребления и их оптимизацией на уровне отдельных объектов.

Можно выделить следующие основные специфические аспекты энергопотребления в бюджетной сфере на примере объектов

Рособразования Российской Федерации (РФ) [9, 10]:

- основные расходы энергии связаны с системами отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, поскольку основными объектами – потребителями ТЭР – являются здания и сооружения;

- количество объектов – потребителей энергоресурсов – исчисляется тысячами, на балансе каждого из которых находится от одного до сотни зданий и сооружений;

- низкая эффективность использования энергии;

- большинство объектов не оснащены приборами учета расхода тепловой энергии, теплоносителя и оплачивают энергию по завышенным договорным тепловым нагрузкам;

- сбор первичных статистических данных о состоянии систем энергообеспечения и энергопотребления объектов (позволяющий оценить объемы требуемого энергопотребления) крайне затруднен низкой квалификацией энергообслуживающего персонала.

Низкая эффективность расходования бюджетных средств обусловлена неудовлетворительным качеством процессов прогно-

зирования потребности в энергетических ресурсах и объемов финансовых средств на их оплату. Одним из решений данной проблемы является разработка научно обоснованных методик прогнозирования, учитывающих прогнозные изменения природно-климатических факторов, а также позволяющих повысить эффективность использования средств, расходуемых на оплату энергоресурсов.

Принятие управленческих решений основывается на мониторинге и анализе разнородного и большого количества информации, следовательно, оптимальное управление должно основываться на применении эффективных информационно-управляющих систем. Особую актуальность процессы принятия эффективных управленческих решений имеют для энергоемких потребителей бюджетной сферы, например для высших учебных заведений Российской Федерации.

На основе [1, 4, 5, 6, 10] была составлена структура схемы управления потреблением типовых учреждений образовательной сферы (рис. 1).

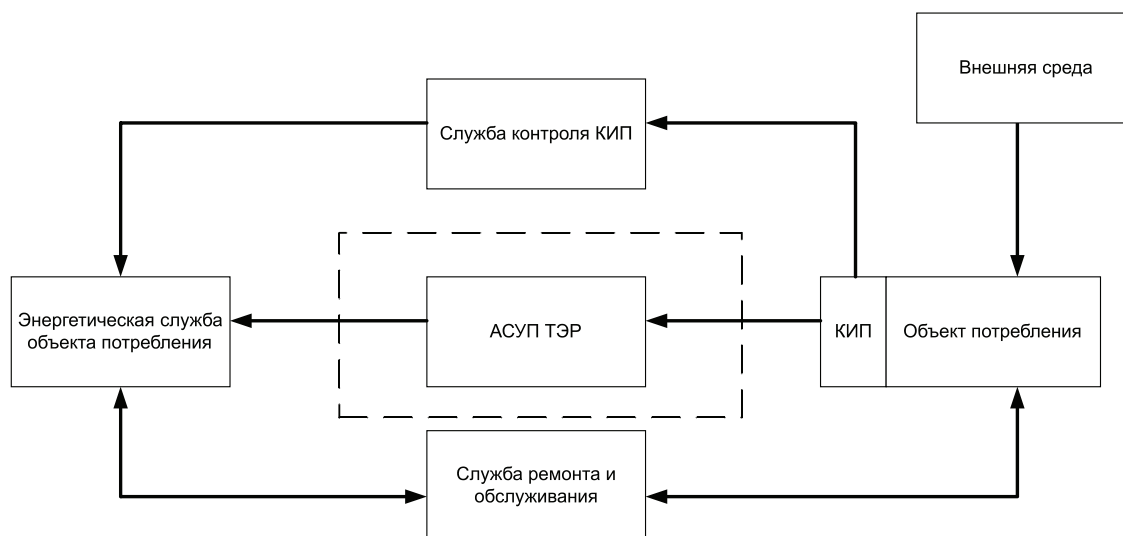


Рис. 1. Структурная схема системы управления потреблением энергоресурсов

В процессе управления энергопотреблением в ручном режиме осуществляется сбор показаний с приборов учета, которые передаются в энергетическую службу объекта потребления для сверки предъявленного к оплате объема потребления с фактическим. При таком подходе возникают некоторые негативные факторы, а именно низкая оперативность и влияние человеческого фактора на процесс снятия показаний с приборов учета. В дополнение к этому такие системы обеспечивают только пере-

дачу информации о потреблении ТЭР, но не обеспечивают взаимодействия между энергетической службой объекта потребления и объектом потребления и не имеют воздействия на процесс потребления ТЭР. Данный аспект является главной причиной недостаточной эффективности при управлении потреблением ТЭР.

В предлагаемом подходе к построению автоматизированной системы управления добавлено дополнительное связующее звено АСУП ТЭР между объектом потребления

и энергетической службой объекта потребления в систему управления потреблением ТЭР. Таким образом, система управления позволит энергетической службе оперативно получать информацию об объекте потребления, следовательно, энергетическая служба сможет своевременно принимать управленческие решения.

Задача оптимального управления потреблением сводится к следующему: произвести

выбор меняющегося во времени объема потребления энергоресурсов и сформировать на его основе планируемый объем энергопотребления, обеспечивающий минимизацию затрат на энергоресурсы.

Система автоматизированного управления потреблением ТЭР состоит из четырех блоков: блок управления, исполнительный блок, контрольно-измерительный блок и блок объекта потребления (рис. 2).



Рис. 2. Функциональная структура автоматизированной системы управления потреблением ТЭР

Управляемым объектом является объект потребления. Реальное значение управляемой величины $x_{\text{вых}}$ измеряется контрольно-измерительным блоком. Задачей блока является передача информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП). При нормальной работе контрольно-измерительного блока в блок управления поступает оперативная информация, которая является основой для принятия управляющих решений. В зависимости от разности реального значения $x_{\text{вых}}$ и заданного значения $x_{\text{вх}}$ в системе происходит формирование управляющего воздействия. Сформированное значение поступает в исполнительный блок, состоящий из службы ремонта и обслуживания и автоматизированного рабочего места завхоза подразделения. Задача блока состоит в том, чтобы принять сформированное значение управляющего воздействия и выполнить его.

Блок управления состоит из базы данных по потреблению энергоресурсов, базы данных управленческих решений и организационно-технических мероприятий, блока

планирования, центрального диспетчерского пункта. ЦДП получает данные о процессе потребления энергетических ресурсов объектом потребления в режиме реального времени и формирует прогнозные значения потребления энергоресурсов. Далее вычисляется величина рассогласования прогнозного и реального значений потребления энергетических ресурсов. При превышении величины рассогласования допустимой нормы необходимо определить объект, на котором произошло отклонение величины потребления от нормального значения, и определить причины возникновения отклонения. Если причиной отклонения является нештатная ситуация (авария) на объекте, то необходимо принять меры по ее устранению. Если причиной отклонения являются разного рода потери, то необходимо установить источник потерь. Система анализирует получаемую информацию и формирует управленческое решение, которое передается в службу ремонта и обслуживания. Обслуживающий персонал исполняет предписанное управленческое решение.

В базу данных по потреблению энерго-ресурсов блока управления в зависимости от выбранного энергоносителя загружаются следующие группы измеренных данных:

1. Данные по электрической энергии:

- фактический расход электрической энергии.

- фактическое напряжение на осветительных установках, измеренное на щитах освещения.

- мощность по фазам в сетях освещения (в случае однофазных нагрузок) для выявления несимметрии и реальных установленных мощностей.

- график суточной нагрузки, который необходим для определения закона управления и регулирования освещенности помещений.

2. Теплотехнические данные:

- Фактический расход теплоносителя.

- Фактическая температура теплоносителя (на вводе в объект и на выводе).

- Фактическая температура воздуха внутри помещений и снаружи здания.

3. Данные по водоснабжению:

- Фактический расход горячей и холодной воды.

- Фактическая температура горячей воды.

4. Данные для формирования прогноза:

- Среднесуточная температура прогнозируемых суток по данным Гисметеоцентра.

- Статус дня (рабочий, неполный рабочий, выходной день) согласно календарю.

Нормативные данные должны быть введены независимо от выбранного энергоносителя:

- Выбор типа здания согласно классификации.

- Ввод типоразмера здания согласно паспортным данным.

- Ввод параметров ограждающих конструкций.

- Выбор температурного графика, согласно договору с теплоснабжающей организацией.

- Ввод параметров мест различной освещенности.

- Ввод информации об осветительной и силовой нагрузке.

Все данные сгруппированы по участкам энергопотребления.

Далее осуществляется прогнозирование потребления энергоресурсов. Алгоритм прогнозирования потребления энергоресурсов по целевому назначению делится на две основные составляющие: краткосрочного и долгосрочного прогнозирования.

Для эффективной работы ЦДП наиболее актуальны алгоритмы краткосрочного прогнозирования с целью формирования оперативного прогнозного графика потре-

бления, для оперативного реагирования на возникающие отклонения потребления ТЭР от оптимального значения. Краткосрочный прогноз потребления ТЭР формируется при помощи нейро-нечеткой сетевой модели. Достоинства нейро-сетевого аппарата описаны в [3].

В данной задаче планирования рассматриваются следующие переменные: энергопотребление за сутки недельной, двухнедельной, трехнедельной давности для прогнозируемых суток, среднесуточная температура окружающей среды прогнозируемых суток (по прогнозным данным Гидрометеоцентра), статус дня прогнозируемых суток (рабочий день, неполный рабочий день, нерабочий день). На основе экспериментов и анализа опыта работы по прогнозированию энергопотребления выбрана следующая архитектура нечеткой нейронной сети:

- сеть прямого распространения;

- сеть содержит 5 слоев;

- входной слой – 5, выходной – 1;

- функция принадлежности – гауссовская кривая;

- для синтеза модели используется алгоритм решеточного разбиения;

- обучение сети проводится гибридным методом.

Долгосрочные алгоритмы прогнозирования необходимы для стратегического планирования энергетической политики учреждения. Для долгосрочного прогнозирования потребления предложено использовать алгоритм, описанный в [7].

Решение задачи определения целесообразности внедрения того или иного организационно-технического мероприятия определяется методом анализа иерархий. В принятой постановке задачи значимость каждого из критериев определяется автоматически на основе обработки исходных данных об объекте исследования с помощью целевых функций минимизации затрат на энергоресурсы. Для решения задачи была составлена иерархия, в которой глобальной целью ставилась минимизация затрат на потребление энергетических ресурсов. Конечной целью – выбор из предложенных организационно-технических мероприятий. В базе данных организационно-технических мероприятий собран набор стандартных решений, нацеленных на уменьшение потребления энергоресурсов и принимаемых ранее управленческих решений. Основные мероприятия указаны в [2].

Результаты работы описывают концептуальные подходы к построению программно-аппаратного продукта, который позволит решить проблему энергосбережения в данной сфере. Разработана обобщенная струк-

тура системы управления потреблением ТЭР для бюджетных организаций, выбран математический аппарат для функции прогнозирования потребления энергетических ресурсов на основе нейро-сетевого метода, на основе метода анализа иерархий разработан модель выбора оптимальных организационно-технических мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности учреждения.

Список литературы

1. Аметистов Е.В., Данилов О.Л., Бобряков А.В., Гаврилов А.И. Информационно-аналитические системы по энергоэффективности: опыт разработки и внедрения // Энергетическая политика. – 2003. – № 4.
2. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений. РД.34.01-03 / под общ. редакцией С.К. Сергеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Н. Новгород: НИЦЭ, 2003. – 228 с.
3. Мокроусова Е.С., Ромодин А.В. Вопрос создания математической модели искусственной нейронной сети в рамках разработки автоматизированной системы управления программами энергосбережения // Вестник ПГТУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2010. – № 4. – С. 72–76.
4. Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Комплекс «Энергооптимизатор» // Электротехника. – 2010. – № 6. – С. 49–54.
5. Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Разработка подходов к построению комплекса «Энергооптимизатор» // Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 20–25.
6. Портнов И.С. Разработка информационной системы управления потреблением топливно-энергетических ресурсов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владикавказ, 2009. – 24 с.
7. Ромодин А.В., Андриевская Н.В. Долгосрочное прогнозирование электропотребления на основе искусственной нейронной сети // Системы мониторинга и управления: Сб. науч. тр. / ПГТУ. – Пермь, 2008. – С. 132–137.
8. Ромодин А.В., Кухарчук А.В., Лейзгольд Д.Ю., Калинин И.С., Кузьминов В.А. Опыт проведения энергетического обследования Пермского национального исследовательского политехнического университета // Электропривод, электротехнологии и электрооборудование предприятий: I Междунар. (IV-я Всерос.) науч.-техн. конф.: сб. науч. тр. конф. (Уфа, 12–13 апр. 2013 г.). – Уфа: Нефтегазовое дело, 2013. – С. 289–293.
9. Ромодин А.В., Кухарчук А.В., Лейзгольд Д.Ю., Калинин И.С., Кузьминов В.А. Повышение энергетической эффективности Пермского национального исследовательского политехнического университета // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике: материалы VI Междунар. науч.-техн. интернет-конф. (Пермь, 1–30 нояб. 2012 г.) – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. – С. 49–58.
10. Ромодин А.В., Мокроусова Е.С. Создание автоматизированной системы управления программами энергосбережения // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы краев. науч.-техн. конф. (Пермь, 13 мая 2010 г.) – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010. – С. 402–406.

References

1. Ametistov E.V., Danilov O.L., Bobryakov A.V., Gavrilov A.I. *Energeticheskaya politika* [Energy policy], № 4, 2003.

2. *Metodika provedeniya energeticheskikh obsledovaniy (energoaudita) byudzhetykh uchrezhdeniy. RD.34.01-03* [Methodology for conducting energy audits (energy audit) of public institutions. RD.34.01-03] / Pod obsch. redaktsiei S.K. Sergeeva; 2-e izd., pererab. I dop. N. Novgorod: NITSE, 2003. 228 p.

3. Romodin A.V., Mokrousova E.S. Vopros sozdaniya matematicheskoi modeli iskusstvennoi neironnoi seti v ramkakh razrabotki avtomatizirovannoi sistemy upravleniya programmami energosberezheniya. *Vestnik PGTU. Elektrotehnika, informatsionnye tekhnologii, sistemy upravleniya.*, 2010, no. 4, pp. 72–76.

4. Petrochenkov A.B., Romodin A.V. *Elektrotehnika – Russian Electrical Engineering*, 2010, no. 6, pp. 49–54.

5. Petrochenkov A.B., Romodin A.V. Razrabotka podkhodov k postroeniyu kompleksa «Energooptimizator». *Elektro. Elektrotehnika, elektroenergetika, elektrotekhnicheskaya promyshlennost.* 2013, no. 4, pp. 20–25.

6. Portnov I.S. *Razrabotka informatsionnoi sistemy upravleniya potrebleniem toplivno-energeticheskikh resursov* [Development of an information management system of fuel and energy resources]: avtoref. dis. na soiskanie uch. st. kand. tekhn. nauk. Vladikavkaz, 2009. 24 p.

7. Romodin A.V., Andrievskaya N.V. Dolgosrochnoe prognozirovanie elektropotrebleniya na osnove iskusstvennoi neironnoi seti. *Sistemy monitoringa i upravleniya: Sb. nauch. tr.*, Perm', 2008, pp. 132–137.

8. Romodin A.V., Kukharchuk A.V., Leizgol'd D.Yu., Kalinin I.S., Kuz'minov V.A. Opyt provedeniya energeticheskogo obsledovaniya Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. *Elektroprivod, elektrotekhnologii i elektrooborudovanie predpriyatii: I Mezhdunar. (IV-ya Versos.) nauch.-tekhn. konf.: sb. nauch. tr. konf.* (Electric drive, electrotechnology and electrical enterprises: I Intern. (IV–I All-Russia.) Scientific-technical. conf. : Sb. scientific. Tr. conf.) Ufa, 12-13 apr. 2013 g. pp. 289–293.

9. Romodin A.V., Kukharchuk A.V., Leizgol'd D.Yu., Kalinin I.S., Kuz'minov V.A. Povyseniye energeticheskoi effektivnosti Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. *Energetika. Innovatsionnye napravleniya v energetike. CALS-tehnologii v energetike: materialy VI Mezhdunar. nauch.-tekhn. internet-konf.* (Energy. Innovative directions in the energy sector. CALS-technologies in the energy sector: the VI Intern. scientific-technical. Internet Conf.), Perm', 1–30 noyab. 2012 g. pp. 49–58.

10. Romodin A.V., Mokrousova E.S. Sozdanie avtomatizirovannoi sistemy programmami energosberezheniya. *Avtomatizirovannye sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii: materialy kraev. nauch.-tekhn. konf.* (Automated control systems and information technologies: materials edges. scientific-technical. conf.), Perm', 13 maya 2010 g. pp. 402–406.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Кавалеров Б.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электротехника и электромеханика», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 65.011.46: 303.732

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Хорошев Н.И., Малых О.В.

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: horoshev@msa.pstu.ru, oksanamalykh@yandex.ru*

В статье рассматриваются вопросы многокритериальной оценки эффективности реализации инвестиционных проектов, которые оказывают влияние на рациональность использования капитала промышленных предприятий. На основе обобщенного механизма ранжирования инвестиционных проектов предложен вариант иерархии оценочных критериев (количественных и качественных) для предприятий целлюлозно-бумажной отрасли. Разработан алгоритм оценки и выбора исследуемых альтернатив, составляющий основу для оценки инвестиционных проектов промышленных предприятий на методическом уровне. Описан каждый из этапов предлагаемой методики: сбор и обработка данных, построение иерархии оценочных критериев, критериальная оценка инвестиционных проектов на основе аналитического метода иерархий, ранжирование исследуемых альтернатив (мероприятий) и планирование их реализации. Приведены результаты оценки эффективности реализации инвестиционных проектов в целлюлозно-бумажной отрасли.

Ключевые слова: инвестиционный проект, бизнес-план, фактор успеха, эффективность, экономический показатель

COMPLEX EVALUATION OF INVESTMENT PROJECTS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Khoroshev N.I., Malykh O.V.

*Perm National Research Polytechnic University, Perm,
e-mail: horoshev@msa.pstu.ru, oksanamalykh@yandex.ru*

In the article questions of investment projects efficiency assessment which have impact on capital use rationality of the industrial enterprises are considered. On the basis of investment projects ranking mechanism offered the option of evaluation criteria hierarchy (quantitative and qualitative) for the pulp and paper industry. Alternatives assessment and choice algorithm, making a basis for investment projects assessment of the industrial enterprises at methodical level is developed. The offered technique is described: collecting and processing data, creation of estimated criteria hierarchy, criteria assessment of investment projects on the basis of hierarchy analytical method, alternatives (actions) ranging and planning of their realization. Results of investment projects efficiency assessment in pulp-and-paper branch are given.

Keywords: investment project, business plan, success factor, effectiveness, economic indicator

Одной из важных задач отечественных промышленных предприятий на текущий момент времени является модернизация основных средств, вовлеченных в процесс производства, и повышение эффективности их использования с учетом современного уровня развития техники и технологий [1]. При этом процесс выявления эффективных инвестиционных проектов (ИП) [2–4] с учетом множества критериев и накладываемых ограничений информационного, материального, интеллектуального и финансового характера определяет успех деятельности предприятий как субъектов экономической деятельности. В этой связи существует объективная потребность в методической проработке вопросов анализа и многокритериальной оценки (количественного и качественного ранжирования) инвестиционных проектов и лучших практик, направленных на обеспечение модернизации ключевых промышленных процессов и объектов.

Цель и задачи. С учетом обозначенной проблемы выбора наилучших проектов среди рассматриваемого множества альтернатив основной целью исследования является разработка методики оценки инвестиционных проектов промышленных предприятий, направленной на повышение эффективности процессов модернизации основных средств и их использования. При этом необходимо решить взаимосвязанные задачи, содержащие формализацию множества критериев (иерархии критериев) для комплексной оценки инвестиционных проектов, разработку алгоритма анализа их эффективности, являющегося основой для построения методики, и ранжирование наиболее актуальных проектов в конкретной (рассматриваемой) отрасли народного хозяйства.

Разработка иерархии критериев

Для реализации комплексной оценки ИП в первую очередь необходимо формализовать

множество критериев количественного и качественного содержания, то есть разработать иерархию критериев под специфику деятельности конкретного промышленного предприятия.

На рис. 1 представлен унифицированный механизм ранжирования ИП на основе метода аналитической иерархии [5], который включает в себя следующие основные этапы:

1) постановка проблемы (формирование цели и решаемых задач);

2) декомпозиция проблемы и расчет приоритетов, связанных с построением иерархии критериев;

3) ранжирование альтернатив (определение порядка реализации наиболее эффективных проектов).

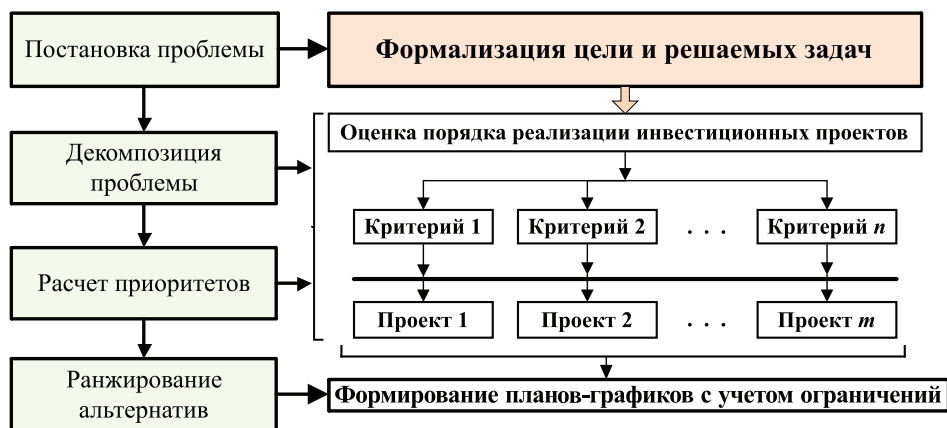


Рис. 1. Механизм ранжирования инвестиционных проектов

Отметим, что критерии могут быть как простыми (рис. 1), так и составными (с несколькими уровнями вложенности).

Используя рассмотренный выше механизм, можно получить необходимую иерархию критериев для конкретного объекта исследования и осуществить его оценку

с помощью множества показателей (с учетом специфики деятельности предприятия).

Рассмотрим построение иерархии составных критериев для оценки проектов, реализуемых, например, предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) (рис. 2).



Рис. 2. Иерархия составных критериев для оценки проектов ЦБП

Далее в качестве математического аппарата, используемого в методике оценки ИП промышленных предприятий, рассмотрим метод анализа иерархий (МАИ). Данный метод представляет собой логическую конструкцию, которая обеспечивает с помощью простых и обоснованных правил решение многокритериальной задачи, содержащей как

количественные, так и качественные параметры (факторы) [5].

Алгоритм анализа эффективности проектов

Разработаем алгоритм оценки эффективности и выбора исследуемых альтернатив (их ранжирования) как основу методики оценки ИП промышленных предприятий (рис. 3).

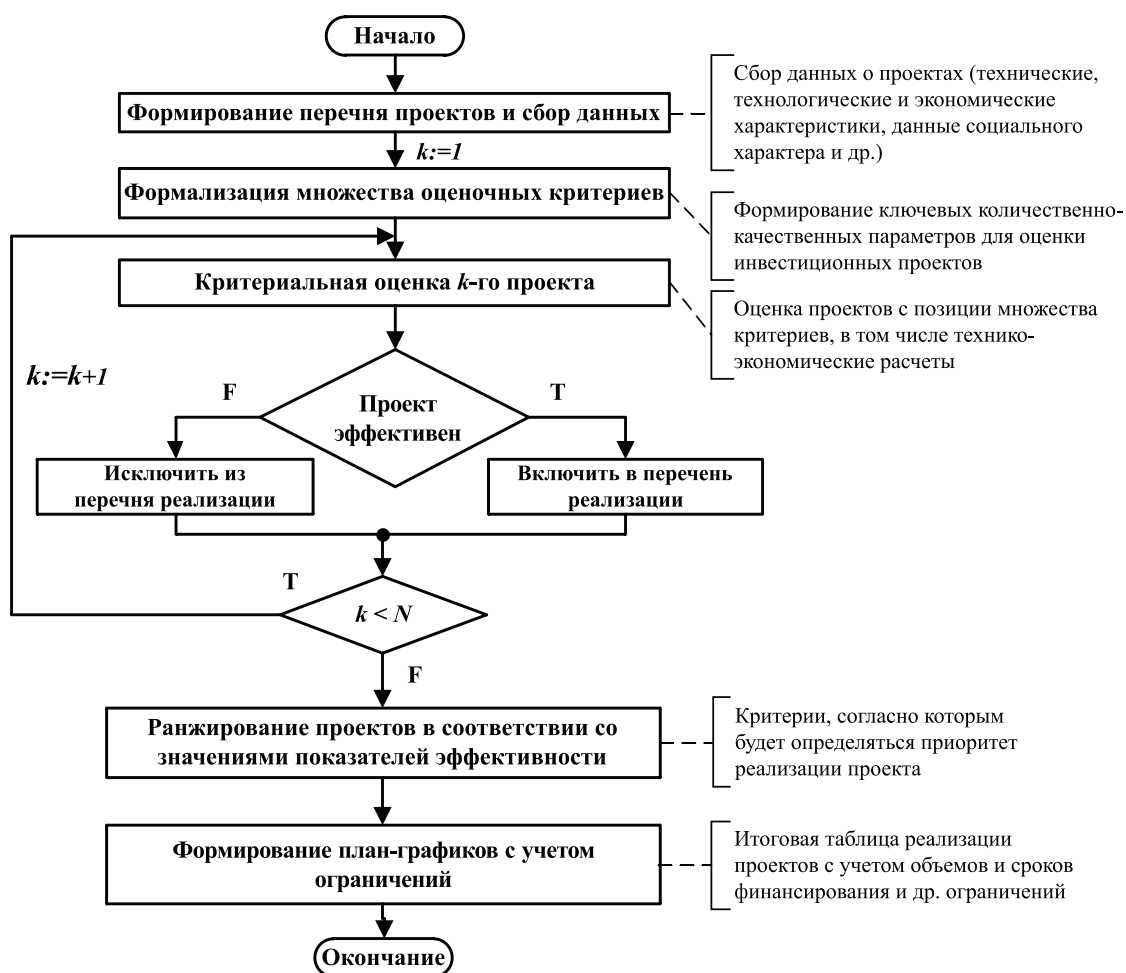


Рис. 3. Алгоритм оценки эффективности и выбора инвестиционных проектов:
 N – общее количество инвестиционных проектов; T – истина; F – ложь

С учетом приведенного алгоритма (рис. 3) отметим основные этапы предлагаемой методики.

На первом этапе осуществляется сбор данных (технических, технологических, социальных, экономических и др.) и формирование перечня проектов, актуальных для рассматриваемой отрасли (промышленного предприятия).

На втором этапе строится простая или сложная иерархия критериев количественного и качественного содержания для ком-

плексной оценки инвестиционных проектов (рис. 1, 2).

Третий этап связан с критериальной оценкой инвестиционных проектов на основе МАИ. То есть после иерархической декомпозиции проблемы (задачи) необходимо определить значимость критериев (K) и оценить согласно им каждую из рассматриваемых альтернатив (A), определив при этом наиболее важную из них.

Значимость критериев определяется матрицей парных сравнений в виде квадратной таблицы чисел (табл. 1).

Таблица 1
Матрица парных сравнений для определения значимости критериев

Цель	K1	K2	K3
K1	w_{11}	w_{12}	w_{13}
K2	w_{21}	w_{22}	w_{23}
K3	w_{31}	w_{32}	w_{33}

Сравнивая набор критериев друг с другом, получили обратно симметричную матрицу, которая имеет следующее свойство:

$$w_{ij} = 1/w_{ji}, \quad (1)$$

где индексы i и j – номер строки и номер столбца, на пересечении которых стоит элемент w_{ij} .

При сравнении элемента с самим собой имеем равную значимость, поэтому главная диагональ состоит из единиц ($w_{ij} = 1$ при $i = j$).

Аналогично осуществляется оценка значимости рассматриваемых альтернатив (проектов) по каждому из критериев (табл. 2), то есть построение обратно симметричной матрицы ($a_{ij} = 1$ при $i = j$).

Таблица 2
Матрица парных сравнений для определения значимости альтернатив

K1	A1	A2	A3
A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}

При этом оценка преимущества одной альтернативы над другой может осуществляться либо составлением для них отношения значений конкретного параметра (фактора), либо использованием существующих оценочных таблиц [5].

Согласно матрицам парных сравнений (табл. 1 и 2) формируются векторы приоритетов q и p из элементов (2):

$$q_j = \frac{\sqrt[n]{w_{j1} \cdot w_{j2} \cdot \dots \cdot w_{jn}}}{\sum_{j=1}^n \sqrt[n]{w_{j1} \cdot w_{j2} \cdot \dots \cdot w_{jn}}};$$

$$p_{i,j} = \frac{\sqrt[m]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{im}}}{\sum_{i=1}^m \sqrt[m]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{im}}}, \quad (2)$$

где q_j – элемент вектора приоритетов критериев; $p_{i,j}$ – элемент вектора приоритетов

альтернатив, относящийся к конкретному уровню иерархии; i и j – порядковые номера альтернативы и критерия; n и m – количество критериев и альтернатив.

Подобная процедура расчета векторов приоритетов согласно (2) выполняется для всех матриц парных сравнений на каждом из уровней построенной иерархии критериев.

В заключение происходит вычисление глобальных приоритетов альтернатив (3):

$$S_i = \sum_{j=1}^n p_{i,j} \cdot q_j. \quad (3)$$

После построения иерархии и определения величин глобальных приоритетов альтернатив (проектов) следует оценка адекватности произведенных вычислений, заключающаяся в расчете индекса согласованности ИС. Для этого согласно (4) определяется сумма каждого j -го столбца матрицы суждений (табл. 2):

$$u_j = \sum_{i=1}^n a_{i,j}; \quad b_j = u_j p_{i,j}. \quad (4)$$

Сумма чисел b_j (5) отражает пропорциональность предпочтений:

$$\lambda_{\max} = b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_n. \quad (5)$$

Таким образом, чем ближе величина λ_{\max} к n (числу альтернатив (объектов) в матрице парных сравнений), тем более согласованы суждения.

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности (6):

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}. \quad (6)$$

Для определения точности согласованности суждений необходимо ИС сравнить со случайным индексом (СИ), соответствующим матрице со случайными суждениями, выбранными из следующей шкалы: 1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

$$ОС = \frac{ИС}{СИ}, \quad (7)$$

где ОС – отношение согласованности.

В (7) приемлемым является случай, когда $ОС \leq 0,1$.

Четвертый этап методики (рис. 3) включает в себя выбор группы эффективных проектов и их ранжирование в соответствии со значениями глобальных приоритетов (3).

На заключительном пятом этапе формируются план-графики реализации инвестиционных проектов (мероприятий) с учетом объемов и сроков финансирования, а также других ограничений (информационного, материального, интеллектуального и финансового характера).

Результаты оценки эффективности ИП

На основе предлагаемой методики была осуществлена комплексная оценка ИП для промышленных предприятий целлюлозно-бумажной отрасли с использованием разработанного варианта иерархии критериев (рис. 2). При этом проанализированы численные значения параметров (критериев, табл. 3) по следующим проектам:

1) «Энергомодуль на местных топливах» (ИП₁) – утилизация отходов предприя-

тий ЦБП на основе современной экологически безопасной плазмозлектрохимической технологии с целью получения электрической и тепловой энергии;

2) «Система энергетического менеджмента» (ИП₂) – оптимизация процессов генерации, распределения и потребления топливно-энергетических ресурсов предприятия [6, 7];

3) «Производство древесного угля» (ИП₃) – создание дополнительного постоянного источника доходов и диверсификация бизнеса.

Таблица 3

Сводная информация значений синтеза критериев по проектам

Обозначение проекта	Консолидированный критерий оценки проекта (первый уровень)			
	K1	K2	K3	K4
ИП ₁	0,18	0,20	0,34	0,23
ИП ₂	0,67	0,61	0,12	0,52
ИП ₃	0,07	0,11	0,25	0,11
Значимость базовых критериев	0,47	0,42	0,07	0,10

Исходя из табл. 3 и (3) произведена оценка глобальных приоритетов ИП (рис. 4):

$$S_1 = 0,18 \cdot 0,47 + 0,20 \cdot 0,42 + 0,34 \cdot 0,07 + 0,23 \cdot 0,10 = 0,216; S_2 = 0,67 \cdot 0,47 + 0,61 \cdot 0,42 + 0,12 \cdot 0,07 + 0,52 \cdot 0,10 = 0,632; S_3 = 0,07 \cdot 0,47 + 0,11 \cdot 0,42 + 0,25 \cdot 0,07 + 0,23 \cdot 0,10 = 0,120.$$

Заключение

Согласно рассмотренной методике оценки ИП промышленных предприятий все альтернативы были ранжированы в порядке убывания значений показателя глобального приоритета (S_i), то есть {ИП₂, ИП₁, ИП₃}. Таким образом, наиболее значимым явился проект «Система энергетического менеджмента».

Предлагаемый вариант многокритериальной оценки ИП может быть с успехом применен при реализации промышленной программы модернизации производственных процессов и объектов.

Список литературы

1. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 697–701.
2. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 144 с.
3. Мылников Л.А., Хорошев Н.И., Трусов А.В. Обзор концепций информационного управления инновационными проектами // Информационные ресурсы России. – 2010. – № 3. – С. 34–39.
4. Попков В.П., Семенов В.П. Организация и финансирование инвестиций. – СПб.: Питер, 2001. – 224 с.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
6. Франк Т., Кычкин А.В., Мухоморова К.Г. Государственное управление проектами в области энергосбережения как

база для эффективного внедрения лучших практик // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 3. – С. 98–104.

7. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 716–720.

References

1. Eltyshev D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
2. Kovalev V.V. *Metody ocenki investitsionnyh projektov* [Investment projects assessment methods]. M., Finance and statistics, 1998, 144 p.
3. Myl'nikov L.A., Horoshev N.I., Trusov A.V. *Informacionnye resursy Rossii – Information resources of Russia*, 2010, no. 3, pp. 34–39.
4. Popkov V.P., Semenov V.P. *Organizacija i finansirovanie investicij* [Organization and financing of investments]. SPb., Peter, 2001, 224 p.
5. Saati T. *Prinjatje reshenij. Metod analiza ierarhij* [Decision making. The Analytic Hierarchy Process]. Moscow, Radio and communications, 1993, 320 p.
6. Frank T., Kychkin A.V., Musihina K.G. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and Abroad*, 2014, no. 3, pp. 98–104.
7. Horoshev N.I., Eltyshev D.K., Kychkin A.V. *Fundamental'nye issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 716–720.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 681.5:621.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И НАЛАДКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ И МИКРОКЛИМАТОМ В ОФИСНОМ ПОМЕЩЕНИИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ KNX

Шиляев Д.В., Билалов А.Б., Билоус О.А., Хабибрахманова Ф.Р.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: boa@msa.pstu.ac.ru

Рассматривается применение технологии KNX при проектировании и наладке системы управления освещением и микроклиматом в офисном помещении. Это позволяет решить задачи включения и выключения освещения и микроклимата по группам, по этажам и во всём здании из одного места. Также предусмотрена возможность диммирования освещения, управление освещением по присутствию человека, цветовая индикация включённого освещения на пульте управления, возможность мониторинга и дистанционного управления всей системы из пульта диспетчера. Для решения поставленных задач произведён выбор устройств общесистемного оборудования, управляющих устройств (сенсоров), исполнительных устройств (актуаторов). При монтаже фанкойлы были объединены в климатические зоны по схеме «звезда». Для настройки регулирования микроклимата произведён расчет ПИ-регулятора в кнопочном пульте методом Циглера – Николса. При отладке системы применяется основное инструментальное ПО KNX – пакет ETS3 (EIB Tools Software).

Ключевые слова: технология KNX, управление освещением, управление микроклиматом, фанкойл, ПИ-регулятор, метод Циглера – Николса

DESIGN AND TUNING OF AUTOMATED LIGHTING AND CLIMATE CONTROL SYSTEMS IN AN OFFICE BUILDING USING THE KNX TECHNOLOGY

Shilyaev D.V., Bilalov A.B., Bilous O.A., Khabibrakhmanova F.R.

Federal State Budget Educational Establishment «Perm National Research Polytechnical University», Perm, e-mail: boa@msa.pstu.ac.ru

The problem of the KNX technology application for design and tuning of automated lighting and climate control systems in an office building is considered in the article. The technology mentioned allows to implement centralized control of the lighting and microclimate in the whole building, on any floor, or according to the predefined groups. The features of light dimming; lighting control depending on a man's presence in the area; colour indication of enabled lighting on the control panel; monitoring and remote control of the whole system through an operator control panel, can also be provided. In order to solve the specified tasks the appropriate equipment devices, control devices (sensors), actuating units have been selected. When mounting, fan coils were grouped into several climate zones according to a «star» layout. The microclimate is controlled through a button panel with PI controllers tuned on Ziegler-Nichols method. The system is adjusted with the use of KNX general tool software – ETS3 package (EIB Tools Software).

Keywords: KNX technology, lighting control, microclimate control, fan coils, PI controllers, Ziegler-Nichols method

Высокие требования, предъявляемые в наше время к безопасности, гибкости и комфортности установленного электрооборудования привели к тому, что уже в начале 90-х годов была разработана технология Европейской инсталляционной шины (EIB), которая стала основой сегодняшней системы KNX, единственного мирового стандарта в области интеллектуальной автоматизации зданий и домов. KNX признан в качестве как европейского (CENELEC EN 50090 и CEN EN 13321-1), так и международного (ISO/IEC 14543-3) стандартов [5, 6].

Применение технологии KNX при проектировании и наладке системы управления освещением и микроклиматом в офисном помещении позволяет решить следующие задачи: включение и выключение освещения по группам, диммирование освещения по группам, управление освещением по присутствию человека в проходных зонах,

возможность включения и отключения освещения и микроклимата по этажам и во всём здании из одного места, регулирование температуры в помещении, подсветка кнопочного пульта управления освещением и микроклиматом, цветовая индикация включённого освещения на пульте управления, возможность мониторинга и дистанционного управления всей системы из пульта диспетчера.

Проектирование

На рис. 1 изображена обобщенная схема взаимодействия устройств, выбранных для реализации функции управления освещением и микроклиматом. Традиционно в KNX все узлы делят на сенсоры (sensors) и актуаторы (actuators). Сенсоры посылают сообщения (телеграммы), а актуаторы их принимают и соответствующим образом на них реагируют.



Рис. 1. Обобщённая схема взаимодействия устройств в системе управления освещением и микроклиматом

В рассматриваемой автоматизированной системе был использован следующий перечень устройств:

1. Общесистемное оборудование:

- Источник питания с интегрированным дросселем 640 мА «SV/S 30.640.5 MDRC» (служит для питания шинных устройств).

- Линейный фильтр «LK/S 4.1 MDRC» (служит для фильтрации локальных телеграмм, чтобы не засорять всю линию ненужной информацией).

- IP-интерфейс, «IPS/S2.1MDRC» (служит для соединения с шиной для осуществления наладки и передачи данных в систему централизованного диспетчерского управления).

2. Управляющие устройства (сенсоры):

- Кнопочный пульт 3/6-кл./, с терморегулятором, «6320/38-79-500» (служит для управления освещением и микроклиматом по нажатию кнопки).

- Кнопочный пульт 3/6-кл., с ИК-приемником, «6322-260-101» (служит для управления освещением по нажатию кнопки в помещениях, где нет необходимости управлять микроклиматом).

- Датчик присутствия со встроенным коплером, «6131/11-24-500» (служит для управления освещением по присутствию человека в помещении).

3. Исполнительные устройства (актуаторы):

- Актуатор фанкойла с ручным управлением «FCA/S 1.1M» (служит для соединения с системой микроклимата).

- Выход бинарный 12-кан. с измерением тока, «16/20A, SA/S12.16.6.1» (служит для активации нагрузки в 16 А, в нашем случае в качестве нагрузки выступает освещение).

- Светорегулятор универсальный 6х315Вт, «6197/14-500» (служит для осуществления функции диммирования групп освещения) [3].

Технология KNX/EIB использует метод множественного доступа к общей шине с контролем несущей CSMA/CA. При этом максимальное расстояние между узлами одной линии не должно превышать 700 м, максимальное расстояние между узлом сети и блоком питания – 350 м, а общая длина кабеля одной линии – 1000 м [6]. С учётом этих данных было проведено размещение сенсоров по плану здания. Здание состоит из трех этажей, площадь каждого этажа примерно равна 300 м².

Все актуаторы и вспомогательные устройства располагаются в электрических щитах, там же производится их подключение к нагрузке. На рис. 2 изображен фрагмент одного из щитов с исполнительными устройствами.

Для поддержания необходимого уровня микроклимата в помещении используется система фанкойлов марки GCX-V-03 (GeneralClimate). Фанкойл – это устройство, которое устанавливается в помещениях различных назначений. Его основной функцией является регулирование температуры воздуха. Они состоят из теплообменника с вентилятором, фильтра, пульта управления. В каждом помещении здания находится по шесть фанкойлов. Для создания единой климатической зоны, охватывающей отдельное помещение, встроенные пульты управления были изъяты, а фанкойлы были объединены в группу по схеме «звезда» и подключены к актуатору. Схемы подключения

изображены на рис. 3. Таким образом, была получена возможность управлять группой

фанкойлов, находящихся в одном помещении, централизованно, по одному сигналу.

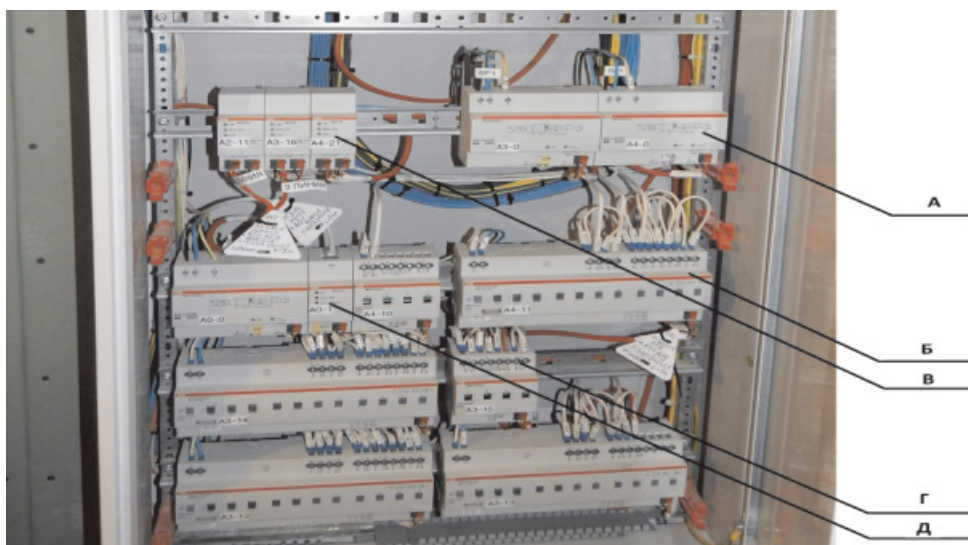


Рис. 2. Фрагмент щита с исполнительными устройствами системы:
 А – блок питания; Б – светорегулятор; В – линейный фильтр;
 Г – релейный активатор; Д – IP-интерфейс

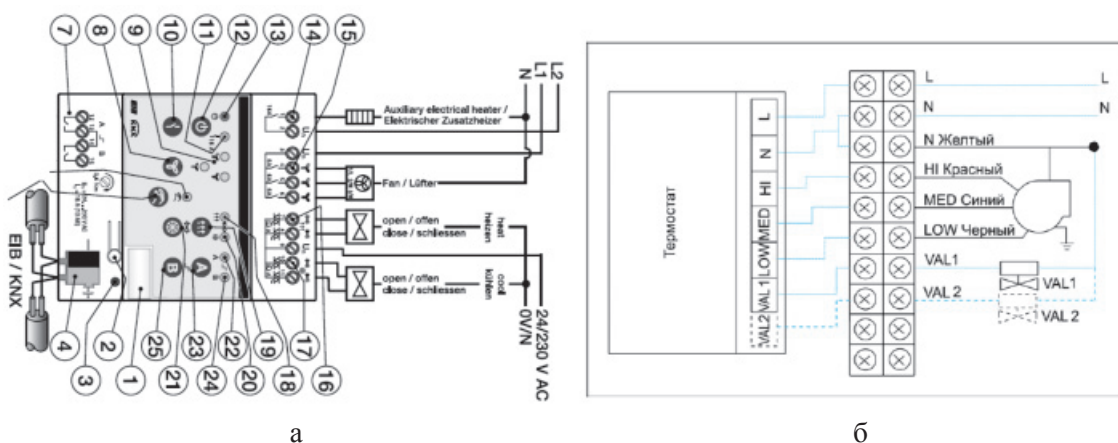


Рис. 3. Схемы подключения актуатора (а), фанкойла со стандартным терморегулятором (б)

Отладка

После окончания монтажа производится отладка системы. Основным инструментальным ПО KNX является пакет ETS3 (EIB Tools Software). Интерфейс ETS3 с внесённым в него рабочим проектом автоматизированной системы управления освещением и микроклиматом изображён на рис. 4.

Интерфейс разделён на несколько зон. В зоне А расположены виртуальные «двойники» всех используемых в системе устройств, каждое устройство имеет свой уникальный адрес в системе и настройки, которые задаются для осуществления конкретной задачи. В зоне Б расположены все входные и выходные переменные выбран-

ного устройства. Связь всех устройств в системе осуществляется в зоне В. В этой зоне создаются групповые адреса, в которых указывается, какие переменные устройств будут связаны для обмена информацией. Перечень связанных переменных в выбранном групповом адресе указан в зоне Г.

Для настройки включения и диммирования освещения в каждом отдельном помещении настраиваются параметры кнопочного пульта управления (сенсор) в зоне А (рис. 4). При этом настраиваются кнопки в режим «переключатель» и активируется выходная переменная диммирования для каждой кнопки. Устанавливается, что нажатие левой кнопки (№ 1, 3, 5, рис. 5) бу-

дет гасить свет, а нажатие правой – (№ 2, 4, 6, рис. 5) будет включать, удержание левой кнопки будет постепенно приглушать свет, а правой – прибавлять; настраиваются минимальный уровень диммирования (1%); шаг диммирования (5%). Настраивается переменная LED-индикатора – если она получает значение 1, то LED-индикатор становится красным, а после этого активируется подсветка пульта и настраиваются переменные «в работе» и «ошибка» для системы диспетчеризации, время цикла (60 секунд), через которое пульт будет отправлять в сеть телеграмму о своём состоянии. Далее на-

страиваются параметры светорегулятора и релейного активатора, которые относятся к данному помещению. Для этого активируются переменные «статус переключения», «статус диммирования», «в работе», «ошибка» для системы диспетчеризации; настраивается время цикла (60 секунд), через которое устройства будут отправлять телеграмму о своём состоянии в сеть. Затем связываются переменные кнопочного пульта управления и переменные актуаторов в зоне В (рис. 4). И, наконец, измененная конфигурация устройств закидывается из ETS3 в используемые устройства.

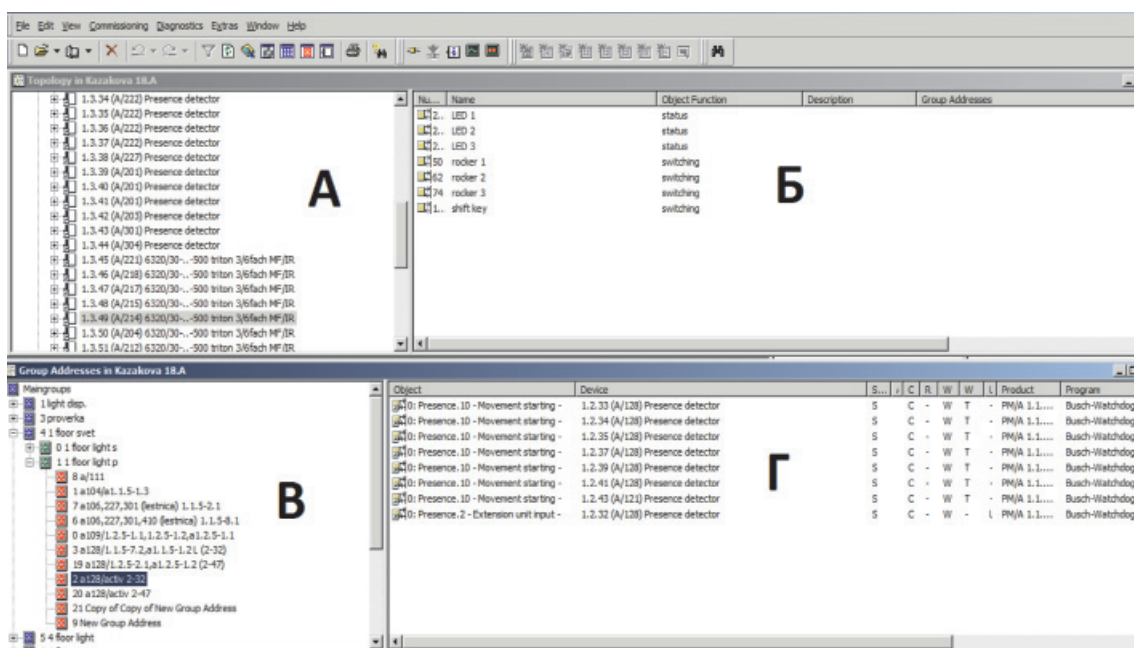


Рис. 4. Интерфейс программ ETS 3

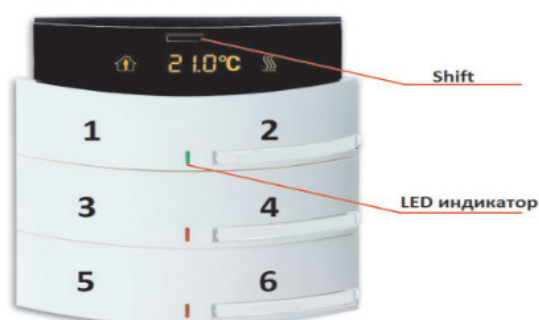


Рис. 5. Внешний вид пульта управления освещением и микроклиматом

Для настройки управления освещением по присутствию в проходной зоне необходимо объединить несколько датчиков присутствия в одну группу для совместной работы. Для этого в зоне А (рис. 4) настра-

ивается в выбранном помещении один датчик как главный, а остальные как вспомогательные. У главного датчика присутствия настраивается «счетчик» (15 секунд) – время, по окончании которого он будет посылать команду для отключения света; активируются: переменная для сброса «счетчика»; переменная «включение света по присутствию»; переменные «в работе» и «авария» для системы диспетчеризации. Вспомогательные датчики переключаются на циклический режим работы, задается время цикла (10 секунд) и формируется запрет посылать переменные для выключения освещения; активируются переменные «в работе» и «авария» для системы диспетчеризации. Далее настраиваются параметры релейных актуаторов. Затем связываются переменные главного датчика, вспомогательных датчиков и актуаторов в одну групповой адрес

в зоне В (рис. 4) и заливаются настройки в устройстве.

Для настройки регулирования температуры в помещении сначала вычисляются коэффициенты ПИ-регулятора по методу Циглер –Николса [1, 2]. Затем настраивается кнопочный пульт с терморегулятором. Для этого вносятся полученные коэффициенты ПИ-регулятора, настраивается переключение между режимом управления освещением и микроклиматом на кнопку «Shift», настраиваются кнопки № 1 и 2 (рис. 5) для задания значения уставки температуры, шаг задания температуры в 0,1 °С; кнопки № 3 и 4 (рис. 5) для смены режимов – «ручной режим» и «авторезим», кнопки № 5 и 6 для изменения скорости вентилятора в ручном режиме. Далее связываются переменные пульта с актуатором фанкойла в зоне В (рис. 4), и записываются настройки в устройства.

Переменные, необходимые для передачи в систему диспетчерского управления (активация релейного выхода, значение тока на релейном выходе, авария устройства, задание уставки температуры, уровень диммирования) заносятся в отдельную группу групповых адресов. Затем эти данные будут направлены в SCADA-систему.

Заключение

После этого отлаженная система управления освещением и микроклиматом с возможностью диспетчеризации и централизованного дистанционного управления готова к применению.

Список литературы

1. Даденков Д.А., Петроченков А.Б. Опыт создания лабораторно-тренажерного комплекса для подготовки специалистов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование, инноватика. – 2009. – № 5(87). – С. 251–255.
2. Даденков Д.А., Шилиев Д.В. Сравнительный анализ методов синтеза систем регулирования скорости микропри-

водов постоянного тока // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 74–82.

3. Интеллектуальные инсталляционные системы. Обзор ассортимента продукции ABB i-bus® KNX. – 2011. – 67 с.

4. Мельникова Л.В., Бушер В.В., Шестака А.И. Технические возможности современных систем автоматизации зданий // Электромеханические и энергосберегающие системы. – 2012. – № 3. – С. 617–619.

5. Науменко Н. Открытые технологии децентрализованной автоматизации // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2007. – № 7. – С. 26–30.

6. Руководство по системной технике для автоматизации зданий и домов. Центральный Союз немецких электротехников и IT-технологов (ZVEH) FrankfurtamMain. – 2006. – С. 26–30.

References

1. Dadenkov D.A., Petrochenkov A.B. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Nauka i obrazovanie, innovatika, 2009, no. 5(87), pp. 251–255.
2. Dadenkov D.A., Shilyaev D.V. Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotekhnika, informatsionnye tekhnologii, sistemy upravleniya, 2013, no. 7, pp. 74–82.
3. ABB i-bus® KNX. Obzor assortimenta produktsii, 2011. 67 p.
4. Melnikova L.V., Busher V.V., Shestaka A.I. Elektromekhanicheskie i energosberegayushchie sistemy, 2012, no. 3, pp. 617–619.
5. Naumenko N. Elektronika: Nauka, Tekhnologiya, Biznes, 2007, no. 7, pp. 26–30.
6. Tsentralnyy Soyuz nemetskikh elektrotekhnikov i IT-tekhnologov (ZVEH), FrankfurtamMain, 2006, pp. 26–30.

Рецензенты:

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 681.3:681.5

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ЭНЕРГОДАНЫХ ПОЛУНАТУРНОЙ МОДЕЛИ ЛОКАЛЬНОЙ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТИ

Шишкин П.П., Кычкин А.В.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: aleksey.kychkin@gmail.com

Приведены результаты систематизации данных о принципах построения, функционирования и применения информационной системы мониторинга и анализа энергоданных полунатурной модели локального сегмента активно-адаптивной сети. Дается краткое описание концепции мониторинга локального сегмента активно-адаптивной сети – MicroGrid. Разработаны структурные и алгоритмические решения системы мониторинга модели MicroGrid на основе кроссплатформенного программного обеспечения JEVIS. Приводится техническое описание компонентов разработанной системы, включающей в себя блок MicroGrid, JEVIS сервер и блок взаимодействия с клиентом. Разработаны интерфейсы информационного взаимодействия и программно-информационная среда мониторинга MicroGrid, обеспечивающая выявление условий использования электроэнергии как отдельными потребителями, так и в группах. Данные оценки могут использоваться для повышения эффективности регулирования нагрузки потребителей при разворачивании реальной сети. Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации по государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук, МК–5279.2014.8 «Синтез эффективных технологий удаленного мониторинга и управления состоянием интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью».

Ключевые слова: мониторинг энергоданных, активно-адаптивная сеть, SmartGrid, MicroGrid, JEVIS, полунатурное моделирование

SMART SYSTEM FOR THE HIL MICROGRID ENERGY DATA MONITORING AND ANALYSIS

Shishkin P.P., Kychkin A.V.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: aleksey.kychkin@gmail.com

The results of the systematization of data on the principles of construction, operation and use of information systems for monitoring and analyzing energodannyh HIL model local segment active-adaptive network are given. A brief description of the concept of monitoring local segment active-adaptive network – MicroGrid is presented. Structural and algorithmic solutions Monitoring System MicroGrid model based cross-platform software JEVIS were developed. Provides a technical description of the components of the developed system, includes a MicroGrid, JEVIS server and block the interaction with the client. Communication Interfaces and software information environment monitoring MicroGrid, providing identifying the conditions of use of electricity as individual consumers, as well as in groups were developed. These estimates can be used to improve the management of customer load in the deployment of a real network. The work was performed as part of the grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists – candidates, MK-5279.2014.8 «Synthesis of efficient technologies for remote monitoring and control of intellectual power system with active-adaptive network».

Keywords: energy data monitoring, actively-adaptive network, SmartGrid, MicroGrid, JEVIS, HIL

Мировые энергетические системы активно развиваются в части многоуровневой автоматизации и интеллектуализации. Это создает основу новых электроэнергетических систем будущего – активно-адаптивных сетей (ААС) или *SmartGrid*. Такие сети отличаются широкой функциональной насыщенностью, гибкостью методов управления источниками энергии, в том числе альтернативной. ААС полностью обеспечивает запросы потребителей за счет устойчивого характера потребления [5].

Однако переход крупных энергетических сетевых сегментов отечественной энергетики на ААС сегодня затруднен. Это обуславливается высокой стоимостью технических и технологических решений, слабым развитием коммуникационной инфраструктуры многих участков электрических

сетей, отсутствием механизмов интеграции энергетической и информационной инфраструктур с необходимыми требованиями, слабым развитием законодательной базы [2, 10] и др. Все это приводит к необходимости научного обоснования режимов работы отдельных элементов, сегментов и сети в целом в аспекте *SmartGrid*. Одним из перспективных решений такой комплексной задачи может являться подход на основе постоянного системного мониторинга энергоданных полунатурной модели локальной ААС (*MicroGrid*), анализе ключевых расчетных значений потребления энергии и выработке параметров эффективного управления [9]. Кроме того, статистические данные и результаты мониторинга полунатурной модели могут использоваться на других этапах жизненного цикла ААС, например при по-

иске оптимальных режимов работы объектов электроэнергетической системы [1, 7], выборе ее конфигураций, формировании планов потребления энергии, обосновании решений по их изменению в учетные периоды времени и т.д.

Разработка концепции мониторинга и анализа энергоданных полунатурной модели локальной активно-адаптивной сети

Мониторинг энергоданных локальной ААС должен быть построен на основе распределенных информационно-телекоммуникационных систем сбора данных, обладающих широкими возможностями развития. В рамках данного исследования предлагается использование доступного представителя таких систем – информационно-измеритель-

ного комплекса *JEVis* компании *Envidatec GmbH* (Гамбург, Германия), обеспечивающего функции автоматического энергоучета и автоматизированной обработки результатов с использованием встроенных механизмов *Octave* (свободно распространяемый аналог *MATLAB*). Практика применения кроссплатформенного инструмента *JEVis* в энергоменеджменте показывает его высокую эффективность [4, 11].

Организуемая система мониторинга *JEGRID* предоставляет возможность получения, передачи и обработки физических данных для всех компонентов ААС. Ее компонент *JEGraph* реализует инструменты визуализации, *JEbench* – сравнения и *JECalc* – анализа данных. Структура системы мониторинга ААС на основе *JEVis*, построенная согласно [3], приведена на рис. 1.

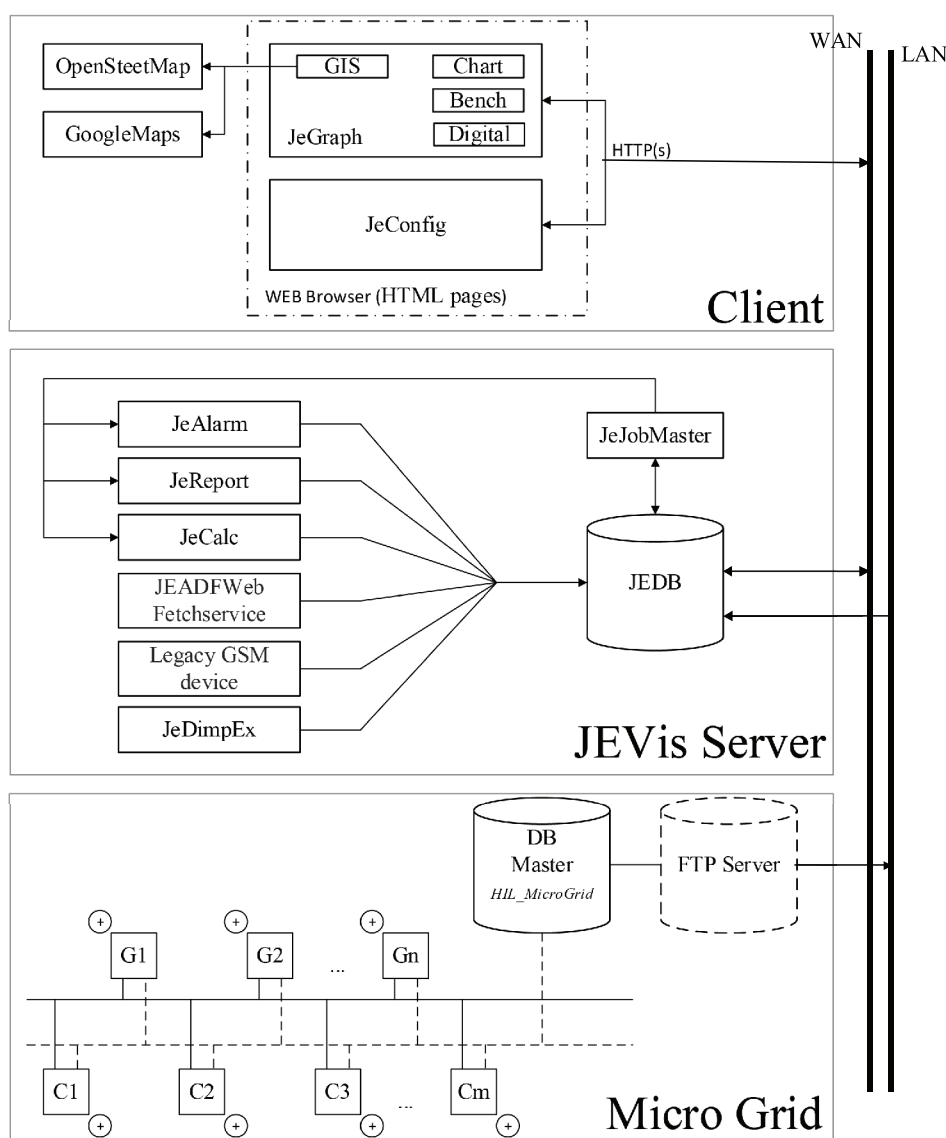


Рис. 1. Структура системы мониторинга и анализа энергоданных полунатурной модели локальной ААС

К исследуемой полунатурной модели локальной ААС подключены серверное оборудование мониторинга *JEVis Server* и блок взаимодействия с пользователем – *Client*.

В рамках блока *MicroGrid* показаны генераторы G_n и потребители C_m , база данных – *DB Master HIL MicroGrid*, и *FTP* сервер, с помощью которого осуществляется передача данных в формате *CSV*-файлов. Связь с блоком *JEVis Server* производится по локальной сети – *LAN*.

Блок *JEVis Server* и *Client* связаны с помощью технологий глобальной сети Интернет – *WAN*.

Экспериментальный мониторинг и анализ энергоданных полунатурной модели ААС

Поиск, анализ и принятие решений по управлению энергосбережением в ААС выполняется с целью повышения эффективности использования энергоресурсов, а также

снижения удельных расходов энергии [8]. В связи с этим повышение эффективности ААС достигается путем многовариантной оценки и своевременной реализации резервов сети с учетом минимизации потерь на выработку, передачу и преобразование энергии.

Рассмотрим приведенные составляющие мониторинга и анализа энергоданных полунатурной модели ААС более подробно.

Анализ и оценка общей эффективности энергопотребления ААС. В этом случае требуется расчет удельных расходов энергии сети на единицу выпускаемой продукции, оказываемых услуг, площади или объема здания, одного работающего и т.д. [6]. Одним из способов оценки общей эффективности использования ресурсов в ААС является сравнение фактического удельного расхода для каждого потребителя (рис. 2) с нормативным значением, полученным в результате решения оптимизационной задачи для математической модели сети.

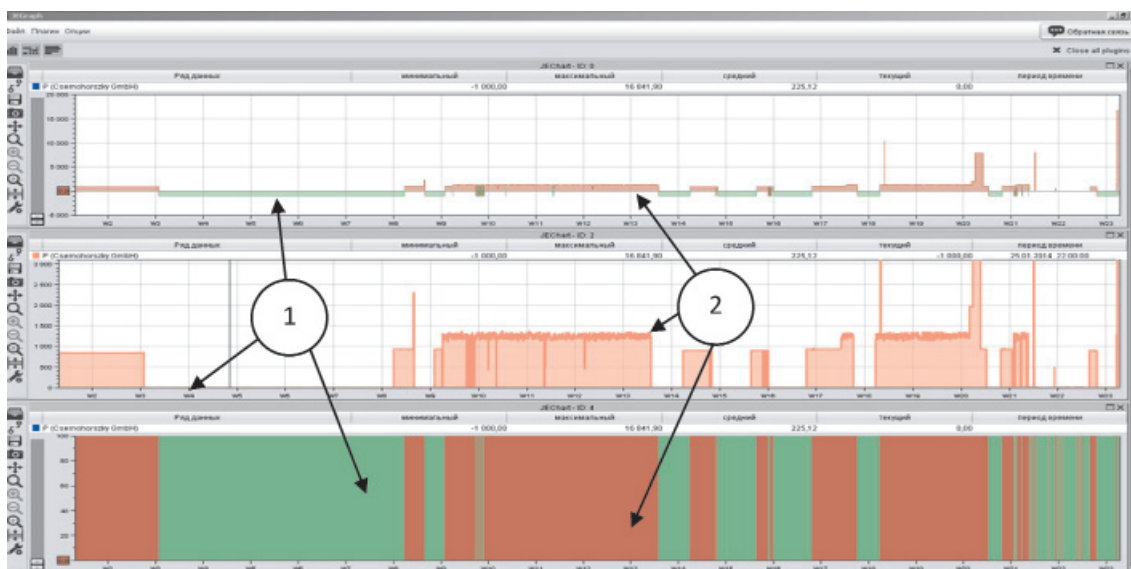


Рис. 2. Визуализация электрических нагрузок, характеризующих эффективность работы исследуемого потребителя C_1 полунатурной модели локальной ААС

На нижней части рисунка приводится дискретное отображение состояния потребления выбранного потребителя в интервале времени с 01.02.2014 по 01.06.2014. На средней части представлен энергетический профиль нагрузки потребителя в выбранное время. На верхней части показан график удельного расхода электроэнергии. Цифрой 1 обозначен режим простоя, когда потребитель находится в выключенном состоянии, 2 – режим потребления.

Зная индивидуальные графики нагрузок потребителей, можно получить группо-

вой. Для построения суммарного суточного графика нагрузки необходимо подсчитать нагрузки потребителей и учесть потери (рис. 3). На рис. 3 обозначены: 1 – график группового энергопотребления, 2 – переменные потери, 3 – постоянные потери.

Анализ и оценка динамики энергопотребления ААС. Данный анализ выполняется для оценки характера изменения технико-экономических показателей, выявления отклонений от сложившихся тенденций и прогноза возможных изменений в будущем (рис. 4).



Рис. 3. Потери электроэнергии в потребителях C_1-C_6

На рис. 4 обозначены: 1 – потребляемая или генерируемая электроэнергия, 2 – стоимость электроэнергии за киловатт указани- ем минимальных и максимальных цен, 3 – прогноз цен оплаты, учитывая нынешнее потребление или генерацию.



Рис. 4. Динамика изменения стоимости электроэнергии в ААС

Определение резерва и потенциала энергосбережения. При проведении энергетического мониторинга полунатурной модели ААС были выявлены резервы снижения энергозатрат и потенциал возможно- го снижения (рис. 5). На рис. 5 обозначены: 1 – потребляемая или производимая электроэнергия; 2 – потенциал для снижения потребления энергии; 3 – резерв снижения потребления электроэнергии.

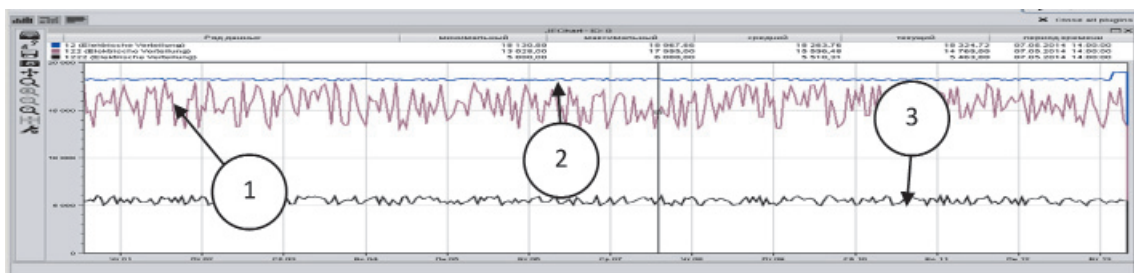


Рис. 5. Определение резервов и потенциала экономии энергии

Анализ и оценка структуры потребления энергоресурсов. Такой анализ выполняется с целью определения распределения потребляемых энергоресурсов по стоимости, энергетической ценности, процессам, территориям, цехам и т.д. Данный анализ имеет большое значение для выбора направлений и поиска резервов энергосбережения и представляется перспективным.

Выводы

В результате мониторинга и анализа энергоданных полунатурной модели ААС с помощью информационной системы на базе продукта JEVIS были выявлены условия использования электроэнергии как отдельными потребителями, так и в группах. Данные оценки могут использоваться для повышения эффективности регулирования

нагрузки потребителей при развертывании реальной сети. Регулирование потоков мощности активных элементов ААС на основании результатов анализа энергоданных и применения развитой сетевой инфраструктуры *JEVis* приводит к формированию гибких локальных энергетических систем на основе поиска оптимального режима работы энергетической инфраструктуры. Несмотря на то, что характеристики сети постоянно изменяются во времени в зависимости от режимов работы энергосистемы, система мониторинга позволяет эти изменения фиксировать и обеспечивать каждый раз расчет целевых показателей эффективности распределения и потребления электроэнергии на основе встроенных механизмов математических расчетов, тем самым формируя предпосылки для постоянного поиска энергоэффективных конфигураций.

Список литературы

1. Елтышев Д.К., Петроченков А.Б., Бочкарёв С.В. К вопросу о применении генетических методов для решения задач поддержки жизненного цикла электрооборудования // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2009. – Т. 2. – С. 136–142.
2. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 697–701.
3. Кычкин А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 1. – С. 15–20.
4. Кычкин А.В. Долгосрочный энергомониторинг на базе программной платформы OPENJEVIS // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 1 (9). – С. 5–15.
5. Ледин С.С. Интеллектуальные сети SmartGrid – будущее российской энергетики (ЗАО ИТФ «Системы и технологии») // Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2010. – № 11(16). – С. 4–8.
6. Методы определения электрических нагрузок и построение графиков электрических нагрузок промышленных предприятий/ НИМГУ имени Н.П. Огарева [Электронный ресурс] – URL: http://www.mrsu.ru/ru/i_docs/list.php?ID=13128 (дата обращения 17.09.2014).
7. Некоторые аспекты технологии эксплуатации электротехнических объектов на основе методов краткосрочного прогнозирования технического состояния / В.П. Казанцев, А.Б. Петроченков, А.В. Ромодин, Н.И. Хорошев // Электротехника. – 2011. – № 11. – С. 28–34.
8. Новиков В.В. Интеллектуальные измерения на службе энергосбережения // Энергоэксперт. – 2011. – № 3. – С. 15–20.
9. Петроченков А.Б., Франк Т., Ромодин А.В., Кычкин А.В. Полунатурное моделирование активно-адаптивной электрической сети // Электротехника. – 2013. – № 11. – С. 60–63.
10. Франк Т., Кычкин А.В., Мусихина К.Г. Государственное управление проектами в области энергосбережения как база для эффективного внедрения лучших практик // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 3. – С. 98–104.
11. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 716–720.

References

1. Eltyshv D.K., Petrochenkov A.B., Bochkarev S.V. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radiojelektroniki – Proceedings of TUSUR University*, 2009, no. 2, pp. 136–142.
2. Eltyshv D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
3. Kychkin A.V. *Avtomatizacija i sovremennye tehnologii – Automation and Modern Technologies*, 2009, no. 1, pp. 15–20.
4. Kychkin A.V. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jeletrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija – PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems*, 2014, no. 1 (9), pp. 5–15.
5. Ledin S.S. *Avtomatizacija i IT v jenergetike – Automation and IT in Energy sector*, 2010, no. 11(16), pp. 4–8.
6. *Metody opredelenija jelektricheskikh nagruzok i postroenie grafikov jelektricheskikh nagruzok promyshlennykh predpriyatij / NIMGU imeni N.P. Ogareva*. Available at: http://www.mrsu.ru/ru/i_docs/list.php?ID=13128 (accessed 7 September 2014).
7. Kazancev V.P., Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Khoroshev N.I. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2011, no. 11, pp. 28–34.
8. Novikov V.V. *Jenergoekspert – Energy Expert*, 2011, no. 3, pp. 15–20.
9. Petrochenkov A.B., Frank T., Romodin A.V., Kychkin A.V. *Jeletrotehnika – Electrical engineering*, 2013, no. 11, pp. 60–63.
10. Frank T., Kychkin A.V., Musihina K.G. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and Abroad*, 2014, no. 3, pp. 98–104.
11. Khoroshev N.I., Eltyshv D.K., Kychkin A.V. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5–4, pp. 716–720.

Рецензенты:

Щербинин А.Г., д.т.н., профессор кафедры «Конструирование и технологии в электротехнике», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;
Кавалеров Б.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электротехника и электромеханика», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 658.58

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЕ ВУЗА

Шмидт И.А., Нечкин П.С.

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

В статье рассмотрена возможность применения методов интегрированной логистической поддержки к ИТ-инфраструктуре вуза. Целью проводимого исследования является поиск способов снижения затрат на содержание и обслуживание ИТ-инфраструктуры, а также повышения ее функциональной устойчивости. На основе сопоставления специфических особенностей образовательной и промышленной сфер деятельности исследованы основные различия методик интегрированной логистической поддержки применительно к авиационной промышленности и ИТ-инфраструктуре вуза. Выделены основные проблемы, характерные для информационной инфраструктуры современного вуза. Предложена структурная схема процесса интегрированной логистической поддержки ИТ-инфраструктуры и разработан подход к модификации методики интегрированной логистической поддержки для каждой стадии этого процесса. Модифицированная методика рассматривается в качестве инструмента, который позволит добиться желаемых показателей стоимости поддержки и надежности ИТ-инфраструктуры.

Ключевые слова: интегрированная логистическая поддержка, анализ логистической поддержки, ИТ-инфраструктура, надежность, оптимизация затрат, жизненный цикл

USING OF INTEGRATED LOGISTICS SUPPORT FOR UNIVERSITY IT-INFRASTRUCTURE

Shmidt I.A., Nechkin P.S.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: rector@pstu.ru

The possibility of applying integrated logistics support methods is considered. The purpose of the research is to find a method to reduce the cost of maintenance and servicing of IT-infrastructure, as well as enhancing its functional stability. Based on a comparison of specific features of the educational and industrial fields of activity the main differences integrated logistics support techniques applied to the aviation industry and IT-infrastructure of the university are given. Basic problems of the IT-infrastructure of modern university are allocated. The structural diagram of IT-infrastructure integrated logistics support process is proposed and an approach to modifying techniques of integrated logistics support for each process stage is described. The modified technique is considered as a tool which will allow to achieve the desired of indicators of reliability and support the cost of IT-infrastructure.

Keywords: integrated Logistics Support, Logistics Support Analysis, IT-infrastructure, safety, cost optimization, life cycle

Интегрированная логистическая поддержка (ИЛП) является средством управления стоимостью жизненного цикла (СЖЦ) и качеством изделия. Система представляет собой совокупность процессов и процедур, направленных на сокращение затрат на постпроизводственных стадиях жизненного цикла (ЖЦ), повышение отказоустойчивости, надежности и ремонтпригодности изделия.

Цель ИЛП – постоянное совершенствование процессов во всех звеньях логистической цепочки, сокращение затрат и поддержание изделия (например, воздушного судна) в исправном состоянии.

Современные наукоемкие изделия имеют длительный жизненный цикл. Для таких изделий затраты на постпроизводственной стадии, в частности на стадии технического обслуживания и ремонта, очень важный показатель. Ввиду некоторых экономических причин (инфляция, обесценивание денег) затраты на приобретение со временем уменьшаются, в то время как затраты на обслуживание и поддержку изделия – растут. ИЛП

позволяет оценить любое изменение или усовершенствование изделия или существующего процесса с точки зрения СЖЦ для определения экономической целесообразности и обоснования необходимости этого изменения или усовершенствования [1].

В настоящее время интегрированная логистическая поддержка рассматривается как средство повышения междунациональной конкурентоспособности во всей военной и гражданской авиационной технике, а также любой продукции наукоемкого содержания [5].

В России изучение методики ИЛП развивается только в области судо- и авиастроения [6], в связи с чем возникает вопрос: возможно ли использовать методику ИЛП в других областях, например ИТ-сфере?

Цель исследования: рассмотреть возможность применения системы ИЛП для решения существующих проблем ИТ-инфраструктуры вуза с целью снижения затрат на ее содержание и обслуживание, а также повышения функциональной устойчивости.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно [4] состав видов деятельности, входящих в ИЛП, включает:

- анализ логистической поддержки изделия;
- планирование и управление техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР);
- планирование и управление материально-техническим обеспечением (МТО);
- разработку и сопровождение эксплуатационной и ремонтной документации;
- обеспечение заказчика специальным оборудованием, необходимым для эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия;
- планирование и организацию обучения персонала, в том числе разработки технических средств обучения;
- планирование и организацию процессов упаковывания, погрузки/разгрузки, хранения, транспортирования изделия;
- разработку инфраструктуры систем технической эксплуатации (СТЭ);
- поддержку программного обеспечения и вычислительных средств;
- мониторинг технического состояния изделия, процессов его эксплуатации и технического обслуживания;
- планирование и организацию процессов утилизации изделия и его составных частей.

Данная стратегия наиболее успешно применяется в авиапромышленности. IT-инфраструктура отличается от других объектов, к которым применяется ИЛП, следовательно, подход к проведению ИЛП в IT-инфраструктуре будет отличаться.

IT-инфраструктура в вузах является вспомогательным элементом, ее обслуживанию не всегда уделяется должное внимание.

В связи с этим в IT-инфраструктуре существует ряд проблем, наиболее важными из которых являются:

- процесс поддержания сети в рабочем состоянии довольно затруднителен, ее, как правило, приспособливают к существующим помещениям, которые изначально могут быть не рассчитаны на ее организацию;
- процесс закупки нового оборудования не регламентирован, что приводит к закупке лишнего оборудования, возникновению дефицита необходимого оборудования, нерациональному использованию бюджетных средств;
- присутствует много устаревшего оборудования, которое необходимо заменить;
- невозможно даже приблизительно спрогнозировать выход оборудования из строя;
- отсутствует резерв оборудования, что существенно увеличивает временные затраты на ремонт;
- отсутствует система учета и контроля исправности оборудования;

- отсутствует регламент по эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования;

- наблюдается нехватка человеческих ресурсов.

Существуют локальные разработки отдельных вузов для решения этих проблем, однако в каждом вузе эти проблемы решают по-своему. В частности, в Сибирском федеральном университете существует положение о серверном помещении [8], в котором регламентировано устройство этого помещения, а в Сыктывкарском государственном университете разработана программа развития информационных систем и программно-аппаратных комплексов [9]. Первый документ – это регламент, основанный на российских и международных стандартах в области организации серверных помещений. Второй – стратегия развития, в которой описаны изменения инфраструктуры, которые планируется выполнить для решения проблем, описанных в документе. В обоих документах отсутствует описание формальной методики расчета надежности оборудования и оптимизации затрат. Подходы, описанные в документах, не позволяют выполнить анализ эффективности мероприятий на стадии внедрения.

Интегрированная логистическая поддержка поможет разработать эффективный подход к обслуживанию IT-инфраструктуры и решить перечисленные проблемы на основе формализованных расчетных методик.

Для проведения ИЛП в ходе исследования планируется использовать программный комплекс LSASuite, разработанный НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» [7]. Данный программный продукт разработан для авиационной промышленности, специфика которой полностью отличается от специфики IT-инфраструктуры. Для применения LSA Suite в IT-инфраструктуре необходимо учесть эти различия. В таблице приведены основные различия специфик авиационной промышленности и IT-инфраструктуры, выявленные в ходе исследования.

Выполнение ИЛП в программе LSA Suite осуществляется по методикам, разработанным для каждой стадии процесса. Для работы по методикам программный комплекс использует набор справочников и классификаторов, которые содержат полную информацию об объекте исследования.

Все справочники находятся в модуле PDM Step Suite, который входит в комплект LSASuite. Модуль PDM Step Suite представляет собой дерево справочников и классификаторов с возможностью редактирования всех его компонентов.

Сравнение специфики авиационной промышленности и IT-инфраструктуры вуза

Авиационная промышленность	IT вуза
Периоды эксплуатации регламентированы	Отсутствуют определенные периоды эксплуатации
Существуют международные справочники и классификаторы для проведения ИЛП	Отсутствуют справочники и классификаторы для проведения ИЛП
Необходимость учета элементов изделия, без которых возможна эксплуатация	Отсутствие возможности выделения таких элементов
ИЛП рассчитана на снижение риска для жизни людей и снижения стоимости жизненного цикла	ИЛП нацелена на повышение надежности и отказоустойчивости оборудования

Рассмотрим теперь процесс ИЛП IT-инфраструктуры подробнее и определим место LSASuite и других программно-технических средств в этом процессе. Схема процесса приведена на рис. 1.

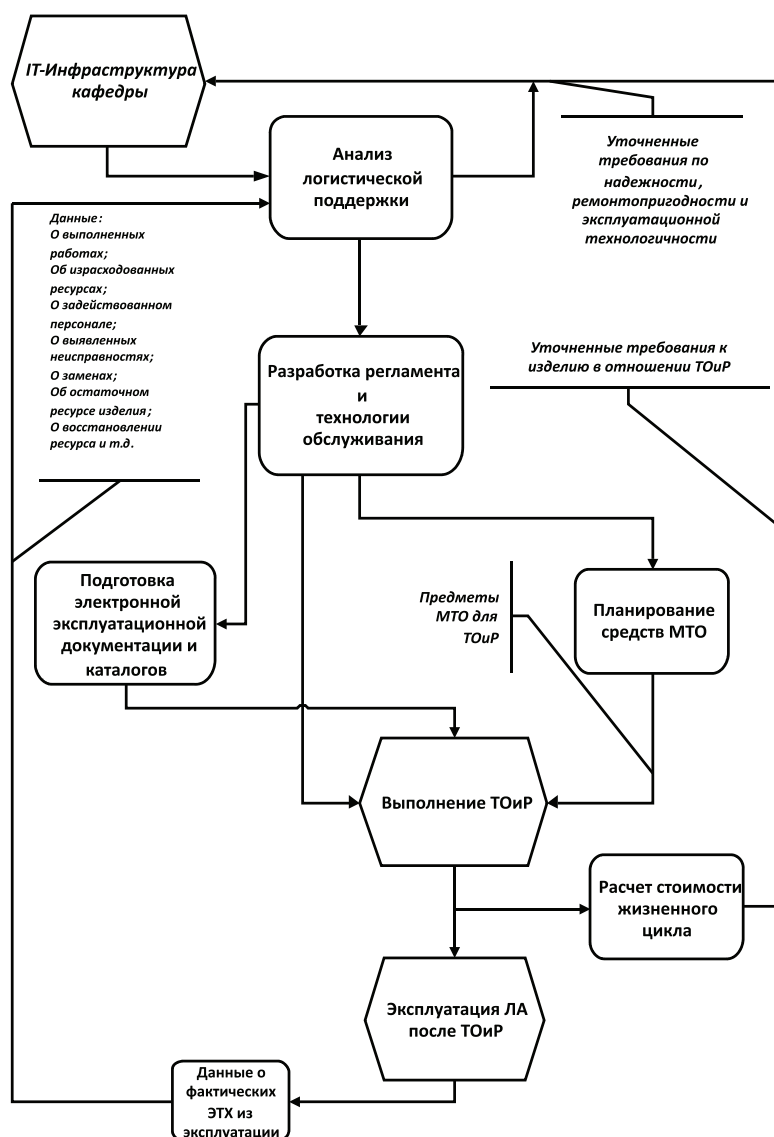


Рис. 1. Схема процесса ИЛП

Согласно [3] первым пунктом ИЛП является анализ логистической поддержки (АЛП). В рамках АЛП ведутся работы по созданию и наполнению базы данных

АЛП, анализируются сценарии использования объекта, формируются логистические структуры, проводится исследование отказов объекта.

Процесс создания базы данных АЛП регламентируется [2]. На основе накопленной информации формируются различные отчеты, например:

- отчеты «Анализа видов, последствий и критичности отказов»;
- отчеты, содержащие перечни задач обслуживания;
- отчеты, отображающие перечни работ по ТО и т.д.

Вторым пунктом ИЛП является разработка программы планового обслуживания изделия по методике MSG-3 анализа. MSG-3 анализ позволяет оценить тяжесть последствия отказа при помощи вопросов, определяемых справочниками. В процессе

проведения анализа на эти вопросы последовательно даются ответы; исходя из полученных таким образом данных, даются рекомендации о виде технического обслуживания и его периоде. На рис. 2 представлен пример диалогового окна MSG-3 анализа применительно к летательному аппарату.

Для проведения MSG-3 анализа IT-инфраструктуры необходимо внести следующие изменения в эти справочники:

- изменить вопросы для определения категории функционального отказа;
- изменить вопросы, возникающие при анализе причин отказов;
- изменить определения категорий тяжести отказов.

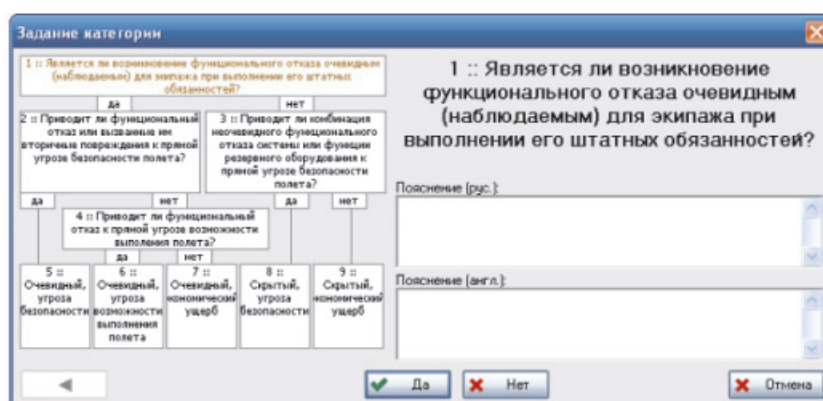


Рис. 2. Диалоговое окно MSG-3 анализа в LSASuite

На рис. 3 и 4 показан пример изменения справочника «MSG-3. Вопросы для определения работ по категориям».

В рамках задачи «Разработка технологических процессов обслуживания с учетом потребностей в средствах обслуживания, инструменте, расходных материалах, запчастях,

инфраструктуре и персонале» в LSASuite осуществляется наполнение справочников, необходимых для данной задачи. Формирование регламентов процессов обслуживания будет осуществляться в рамках разработки эксплуатационной документации с учетом потребностей IT-инфраструктуры.

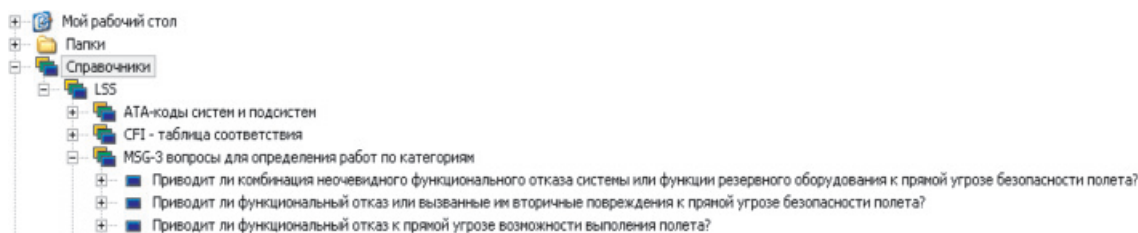


Рис. 3. Исходный вид справочника «MSG-3. Вопросы для определения работ по категориям»

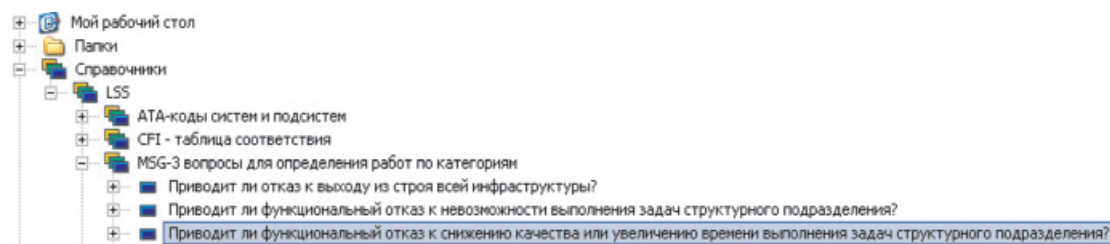


Рис. 4. Справочник с внесенными изменениями

Далее выполняется расчет потребности в средствах материально-технического обеспечения (запчастях). Методика расчета МТО для авиационной промышленности учитывает ряд факторов, не существенных для IT-инфраструктуры, поэтому ими можно пренебречь, а остальные можно оставить без изменения.

Для подготовки электронно-эксплуатационной документации (ЭЭД) и разработки иллюстрированных каталогов и сборочных единиц (ИКДС) применяются дополнительные программные средства на основе информации из базы данных АЛП. В связи с тем, что IT-инфраструктура проще авиапромышленности, подготовка эксплуатационной документации может производиться вручную.

Определение перечня необходимого оборудования выполняется при планировании средств МТО по соответствующей методике. В рамках поставленной задачи понятие «заказчик» не имеет смысловой нагрузки, поэтому описанное в перечне оборудование будет рекомендовано к закупке структурным подразделением вуза, в котором будет проводиться исследование.

Планирование и организация обучения персонала, в том числе разработки технических средств обучения, имеет смысл, если есть возможность коммерциализации проекта. На данном этапе вопрос о коммерциализации проекта не ставится. Так как в рамках кафедры обслуживанием IT-инфраструктуры занимается один человек, нет необходимости в проведении планирования и организации обучения персонала.

Далее проводится описание инфраструктуры систем технической эксплуатации (СТЭ). Согласно [4] инфраструктура СТЭ – это совокупность компонентов (инженерных коммуникаций, зданий, сооружений, оборудования и т.д., необходимых для эксплуатации и ТОиР изделия. Инфраструктура СТЭ IT-инфраструктуры будет описана стандартными средствами в виде перечней ее объектов.

Выводы

Разработанная методика позволит решить проблемы, поставленные в статье, и добиться желаемых показателей надежности IT-инфраструктуры. Апробирование методики будет произведено на кафедре действующего вуза. В связи с тем, что при первом проведении ИЛП отсутствуют эксплуатационные данные, необходимые для проведения АЛП, они будут заменены теоретическими. В процессе технической эксплуатации планируется получить реальные эксплуатационные данные, которые будут использованы при выполнении повторного АЛП, что позволит адаптировать регламенты и методики к реальным условиям эксплуатации.

Список литературы

1. Бочкарёв С.В., Петроченков А.Б., Ромодин А.В. Автоматизация управления жизненным циклом электротехнической продукции: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Пермского гос. технического ун-та, 2008. – 364 с.
2. ГОСТ Р 53392-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Основные положения.
3. ГОСТ Р 53393-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Основные положения.
4. ГОСТ Р 53394-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения.
5. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В., Подколзин В.Г. CALS-технологии или информационная поддержка жизненного цикла продукта // Материалы IV международной конференции «Проблемы продвижения продукции и технологий на внешний рынок», Москва, 13–15 октября 1998. – М.: МЭИ, 1998. – С. 27–31.
6. Дмитров В.И. Опыт внедрения CALS за рубежом // Автоматизация проектирования. – 1997. – № 1. – С. 3–9.
7. НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cals.ru/> (дата обращения 10.09.2014).
8. Положение об организации серверных [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sfu-kras.ru/docs/8639/pdf/909157> (дата обращения 5.09.2014).
9. Программа развития информационных систем и программно-аппаратных комплексов ФГБОУ ВПО «СыктГУ» на 2012–2014 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.syktu.ru/upload/сведения%20по%20приказу%20№45/FGBOU-VPO-Programma-razvitiya-2012-2014-2.pdf> (дата обращения 7.09.2014).

References

1. Bochkaryov S.V., Petrochenkov A.B., Romodin A.V. *Avtomatizacija upravlenija zhiznennym ciklom jelektrrotehnicheskoy produkcii* [Automating the lifecycle management of electrical products]. – Perm, PSTU, 2008, 364 p.
2. GOST R 53392-2009 *Integrirovannaja logisticheskaja podderzhka. Analiz logisticheskoy podderzhki. Osnovnye polozhenija*.
3. GOST R 53393-2009 *Integrirovannaja logisticheskaja podderzhka. Osnovnye polozhenija*.
4. GOST R 53394-2009 *Integrirovannaja logisticheskaja podderzhka. Osnovnye terminy i opredelenija*.
5. Davydov A.N., Barabanov V.V., Sudov E.V., Podkolzin V.G. *Materialy IV mezhdunarodnoj konferencii «Problemy prodvizhenija produkcii i tehnologij na vnesnij rynek»* (Proc. 4th Int. Conf. «Problems promotion of products and technologies to foreign markets»), Moscow, 1998, pp. 27–31.
6. Dmitrov V.I. *Avtomatizacija proektirovanija – Design automation*, 1997, no. 1, pp. 3–9.
7. *NIC CALS-tehnologij «Prikladnaja logistika»*, available at: <http://www.cals.ru/> (accessed 10 September 2014).
8. *Polozhenie ob organizacii servernyh* (Statement of the server organization), available at: <http://www.sfu-kras.ru/docs/8639/pdf/909157> (accessed 5 September 2014).
9. *Programma razvitiya informacionnyh sistem i programno-apparatnyh kompleksov FGBOU VPO «SyktGU» na 2012–2014 gg.*, available at: <http://www.syktu.ru/upload/сведения%20по%20приказу%20№45/FGBOU-VPO-Programma-razvitiya-2012-2014-2.pdf> (accessed 7 September 2014).

Рецензенты:

Аликин В.Н., д.т.н., профессор, советник руководителя ФКП, «Пермский пороховой завод», г. Пермь;

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 517.911 + 502.5/8

СУЩЕСТВОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ СТАЦИОНАРНОЙ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ ДВУХВИДОВОГО СООБЩЕСТВА ПРИ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МИГРАЦИИ

Сенашова М.Ю., Садовский М.Г.

ФГБУН «Институт вычислительного моделирования» Сибирского отделения Российской академии наук, Красноярск, e-mail: msad@icm.krasn.ru, msen@icm.krasn.ru

В работе рассматривается существование и устойчивость стационарной динамики двухвидового пространственно распределенного сообщества. Взаимодействие видов в сообществе происходит по типу «хищник – жертва». При отсутствии миграции динамика сообщества в каждой из стаций описывается разностным аналогом классического уравнения Лотки – Вольтерры. Особи каждого вида могут совершать перемещения из стации в стацию, которые будем называть миграцией. Предполагается, что особи являются глобально информированными, то есть располагают полной информацией об условиях существования в обеих стациях, численностях субпопуляций обоих видов и о цене перемещения из стации в стацию. В нашей модели миграция является оптимизационной, то есть перемещения особей из стации в стацию являются целенаправленными и максимизируют (средний по пространству) коэффициент размножения.

Ключевые слова: динамика популяции, оптимизационная миграция, Лотки – Вольтерры, глобальная информированность

EXISTANCE AND STABILITY OF A STEADY DYNAMICS OF A TWO-SPECIES COMMUNITY WITH OPTIMAL MIGRATION

Senashova M.Y., Sadovskiy M.G.

Institute of Computational Modeling of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, e-mail: msad@icm.krasn.ru, msen@icm.krasn.ru

The model of two species spatially distributed community is considered with species interacting through prey–predator pattern. The dynamics of each subpopulation in a station follows the discrete version of classical Lotka-Volterra equations. Migration is a transfer from station to station. Global information access of each being is supposed; that is an access to the complete information towards environmental conditions in all stations. The information includes the knowledge of abundances of each species, and the transfer cost from station to station, as well as the environmental conditions elsewhere. The model implements an optimal migration with targeted non-random transfer with respect to the transfer cost. An emigration starts as soon, as the net reproduction at the station of immigration exceeds the figure at the station of residence, with respect to the transfer cost. The model is compared to the diffusion models. It is shown the optimal migration improves the survival of the population.

Keywords: population dynamics, optimization migration, Lotka-Volterra, global information access

До сих пор большинство работ по моделированию динамики пространственно распределённых биологических сообществ [3–5] основываются на уравнениях «реакция – диффузия», требующих, чтобы особи перемещались по пространству случайно и бесцельно, чего не наблюдается в живой природе. Принцип эволюционной оптимальности [1, 2] позволяет создавать модели, свободные от этого противоречия: особи перемещаются целенаправленно, максимизируя средний по пространству коэффициент размножения (КР). При целенаправленных миграциях большое значение имеет информация, которой располагают особи, принимая решение о перемещении. Рассматривают следующие модели информированности особей:

– глобальной информированности – особи обладают полной информацией о состоянии окружающей среды и численностях субпопуляций в обеих стациях, а также

о цене перемещения (т.е. затраты на перемещение из стации в стацию, выраженные в долях КР);

– полной неинформированности;

– локальной информированности, в которой особи располагают частичной информацией, необходимой для принятия решения о миграции.

В настоящей работе будет рассмотрена модель с глобальной информированностью особей.

Модель оптимизационной миграции глобально информированных особей

Рассмотрим модель, описывающую пространственно распределенное двухвидовое сообщество, особи которого глобально информированы. Будем считать, что сообщество занимает две стации. Ситуацией миграции будет перемещение особей (хотя бы одного вида) из стации в стацию; все остальные перемещения внутри стаций

миграцией являться не будут. Динамика каждой из популяций в каждой станции описывается разностным аналогом уравнения Лотки – Вольтерры:

$$\begin{cases} N_{n+1}^i = [a^i - b^i N_n^i - f^i X_n^i] N_n^i \\ X_{n+1}^i = [\varepsilon f^i N_n^i - h^i X_n^i] X_n^i \end{cases}, \quad i = \text{I, II}. \quad (1)$$

где X_n^i – численность хищников в момент времени n ; N_n^i – численность жертв в момент времени n ; a – характеризует плодовитость популяции жертв; b – характеризует площадь, которая необходима особи жертвы для нормального воспроизводства; h – аналогично b , но для хищников; f – успешность поиска и атаки хищниками жертв, а также успешность пользования жертвами

убежищами либо защиты; ε – параметр, характеризующий эффективность превращения биомассы жертв в биомассу хищников ($0 < \varepsilon < 1$).

Вероятность перемещения без ущерба для дальнейшего размножения жертв (хищников) – цену перемещения – обозначим p (соответственно q). Для каждой станции определим *коэффициенты размножения*:

$$k^i(N_n^i, X_n^i) = a^i - b^i N_n^i - f^i X_n^i, \quad i = \text{I, II} \text{ для жертв}; \quad (2)$$

$$r^i(N_n^i, X_n^i) = \varepsilon f^i N_n^i - h^i X_n^i, \quad i = \text{I, II} \text{ для хищников}. \quad (3)$$

Особь начинают мигрировать, если условия существования в противоположной станции лучше, чем в текущей станции. Особи перемещаются таким образом, чтобы максимизировать (средний по пространству) коэффициент размножения (КР). Тогда условие миграции жертв в случае $\text{I} \rightarrow \text{II}$ описывается неравенством

$$k^{\text{I}}(N_n^{\text{I}}, X_n^{\text{I}}) < p k^{\text{II}}(N_n^{\text{II}}, X_n^{\text{II}}), \quad (4)$$

аналогично записывается условие для миграции $\text{II} \rightarrow \text{I}$.

Условие начала миграции хищников в случае $\text{I} \rightarrow \text{II}$ описывается неравенством

$$r^{\text{I}}(N_n^{\text{I}}, X_n^{\text{I}}) < q r^{\text{II}}(N_n^{\text{II}}, X_n^{\text{II}}), \quad (5)$$

аналогично записывается условие для миграции $\text{I} \rightarrow \text{II}$.

Величина миграционного потока выбирается таким образом, чтобы условия (4)–(5) превратились в равенство. Для хищников в случае $\text{I} \rightarrow \text{II}$

$$\Theta = \frac{q \varepsilon f^{\text{I}} N_n^{\text{I}} - \varepsilon f^{\text{II}} N_n^{\text{II}} + h^{\text{II}} X_n^{\text{II}} - q h^{\text{I}} X_n^{\text{I}}}{h^{\text{II}} + q^2 h^{\text{I}}}. \quad (6)$$

Величина миграционного потока для жертв (Δ) в случае $\text{I} \rightarrow \text{II}$ определяется как:

$$\Delta = \frac{p a^{\text{I}} - a^{\text{II}} + f^{\text{II}} X_n^{\text{II}} - p f^{\text{I}} X_n^{\text{I}} + b^{\text{II}} N_n^{\text{II}} - p b^{\text{I}} N_n^{\text{I}}}{b^{\text{II}} + p^2 b^{\text{I}}}. \quad (7)$$

Если на каком-то шаге времени n ни одно из неравенств (4)–(5) не выполняется, то миграции на данном шаге времени не происходит.

Модель работает следующим образом: на каждом шаге времени t определяются величина и направление миграционных потоков Θ и Δ . Происходит перераспределение особей между станциями. Затем происходит размножение в силу системы уравнений (1) с теми численностями, ко-

торые складываются в результате перераспределения особей.

Условия существования стационарной динамики

Пусть оба вида не мигрируют, и значения всех численностей не меняются на каждом шаге времени. То есть, начиная с некоторого $i > k$, значения численностей на предыдущем шаге совпадают со значениями численностей на текущем шаге и равны $N_{\text{I}}, X_{\text{I}}, N_{\text{II}}, X_{\text{II}}$:

$$\begin{cases} N_{i+1}^{\text{I}} = [a^{\text{I}} - b^{\text{I}} N_i^{\text{I}} - f^{\text{I}} X_i^{\text{I}}] N_i^{\text{I}} \\ X_{i+1}^{\text{I}} = [\varepsilon f^{\text{I}} N_i^{\text{I}} - h^{\text{I}} X_i^{\text{I}}] X_i^{\text{I}} \\ N_{i+1}^{\text{II}} = [a^{\text{II}} - b^{\text{II}} N_i^{\text{II}} - f^{\text{II}} X_i^{\text{II}}] N_i^{\text{II}} \\ X_{i+1}^{\text{II}} = [\varepsilon f^{\text{II}} N_i^{\text{II}} - h^{\text{II}} X_i^{\text{II}}] X_i^{\text{II}} \end{cases}, \quad \begin{cases} N_{i+1}^{\text{I}} = N_i^{\text{I}} = N_{\text{I}} \\ X_{i+1}^{\text{I}} = X_i^{\text{I}} = X_{\text{I}} \\ N_{i+1}^{\text{II}} = N_i^{\text{II}} = N_{\text{II}} \\ X_{i+1}^{\text{II}} = X_i^{\text{II}} = X_{\text{II}} \end{cases} \quad \forall i > k. \quad (8)$$

Поскольку особи обеих стаций не взаимодействуют друг с другом, то можно рассматривать только одну из них. Тогда существуют такие стационарные значения N_i, X_i , что, начиная с некоторого $i > k$:

$$\begin{cases} N_{i+1} = [a - b N_i - f X_i] N_i \\ X_{i+1} = [\varepsilon f N_i - h X_i] X_i \end{cases}, \quad \begin{cases} N_{i+1} = N_i = N_I \\ X_{i+1} = X_i = X_I \end{cases}. \quad (9)$$

Рассмотрим все возможные стационарные случаи.

1. $N_I = 0, X_I = 0$. Этот случай вырожденный, поскольку если $N_I = 0$, тогда ввиду отсутствия кормовой базы хищники вымирают и $X_I = 0$.

2. $N_I \neq 0, X_I = 0$. Имеем следующую стационарную численность жертв при вымирании хищников:

$$N_I = \frac{a-1}{b}. \quad (10)$$

3. $N_I \neq 0, X_I \neq 0$. Тогда КР на каждом шаге времени, начиная с некоторого $k > 0$, равны единице:

$$\begin{cases} a - b N_I - f X_I = 1 \\ \varepsilon f N_I - h X_I = 1 \end{cases}, \quad (11)$$

откуда можно получить значения стационарных численностей:

$$N_I = \frac{f + h(a-1)}{\varepsilon f^2 + bh}, \quad X_I = \frac{\varepsilon f(a-1) - b}{\varepsilon f^2 + bh}. \quad (12)$$

По условию $a \geq 1$. Тогда для выживания хищников необходимо выполнение условия

$$\varepsilon f(a-1) > b. \quad (13)$$

Утверждение: из системы (9) следует, что если один из видов имеет ненулевую стационарную динамику, то и второй вид также имеет стационарную динамику численности.

Доказательство: Пусть динамика численности жертв имеет стационарный характер. Тогда из уравнения для численности

жертв следует, что $\exists N_I > 0$ и некоторое $k > 0$, что $\forall i > k N_I = N_i$ и выполняется равенство

$$N_i = [a - b N_i - f X_i] N_i, \quad \forall i > k. \quad (14)$$

Поскольку N_I положительная константа, сократив (14) на N_i и выразив X_i , получим выражение

$$X_i = \frac{a - b N_i - 1}{f}, \quad \forall i > k. \quad (15)$$

Выражение в правой части постоянно $\forall i > k$, тогда $X_i = X_I$ тоже постоянная величина $\forall i > k$. Напротив, предположим, что численность хищников имеет ненулевую стационарную динамику. Тогда, из уравнения для численности хищников (9) следует, что $\exists X_I > 0$ и некоторое $k > 0$, что $\forall i > k N_I = X_i$ и выполняется равенство:

$$X_i = [\varepsilon f N_i - h X_i] X_i. \quad (16)$$

Так как X_I положительная константа, сократив (16) на X_i и выразив N_i , получим следующее выражение:

$$N_i = \frac{1 + h X_i}{\varepsilon f}, \quad \forall i > k. \quad (17)$$

Выражение в правой части постоянно $\forall i > k$, тогда $N_i = N_I$ также постоянная величина $\forall i > k$. Утверждение доказано.

Отметим, что случай вымирания одного из видов является вырожденным: если популяция жертв имеет нулевую стационарную динамику, то хищники, ввиду отсутствия ресурсов также имеют нулевую стационарную динамику; если же произошло вымирание популяции хищников, то динамика жертв может иметь любой характер.

Пусть теперь мигрирует один из видов. Предположим что динамика численности жертв и хищников стационарна, то есть значения численностей на предыдущем шаге совпадают со значениями численностей на текущем шаге, положительны и равны N_I, X_I, N_{II}, X_{II} . Пусть хищники не мигрируют, а жертвы мигрируют, например, из первой стации во вторую. Тогда система уравнений (1) примет следующий вид:

$$\begin{cases} N_{i+1}^I = [a^I - b^I(N_i^I - \Delta) - f^I X_i^I](N_i^I - \Delta) & N_{i+1}^I = N_i^I = N_I \\ X_{i+1}^I = [\varepsilon f^I(N_i^I - \Delta) - h^I X_i^I] X_i^I & X_{i+1}^I = X_i^I = X_I \\ N_{i+1}^{II} = [a^{II} - b^{II}(N_i^{II} + p\Delta) - f^{II} X_i^{II}](N_i^{II} + p\Delta) & N_{i+1}^{II} = N_i^{II} = N_{II} \\ X_{i+1}^{II} = [\varepsilon f^{II}(N_i^{II} + p\Delta) - h^{II} X_i^{II}] X_i^{II} & X_{i+1}^{II} = X_i^{II} = X_{II} \end{cases} \quad \forall i > k. \quad (18)$$

Так как жертвы мигрируют из первой станции во вторую, то в соответствии с уравнением (2):

$$k^I(N_I - \Delta, X_I) = pk^{II}(N_{II} + p\Delta, X_{II}). \quad (19)$$

Это выражение можно переписать и обозначить через l :

$$a^I - b^I(N_I - \Delta) - f^I X_I = p(a^{II} - b^{II}(N_{II} + p\Delta) - f^{II} X_{II}) = l. \quad (20)$$

Подставив l в уравнения численности жертв системы (18), получим (заметим, что $p > 0$, иначе миграция отсутствует)

$$\begin{cases} N_I = l(N_I - \Delta) \\ N_{II} = \frac{l}{p}(N_{II} + p\Delta) \end{cases} \quad (21)$$

Поделив первое уравнение на второе, и сократив l ($l > 0$ всегда, поскольку значения стационарных численностей ненулевые) получим выражение

$$N_I N_{II} \left(1 - \frac{1}{p}\right) = (N_I + N_{II})\Delta, \quad (22)$$

в левой части которого неположительное выражение, поскольку $0 < p \leq 1$. Пришли к противоречию, поскольку численности и величина миграционного потока по пред-

положению положительные. Аналогично доказывается отсутствие миграции, если предположить миграцию хищников.

Одновременная миграция хищников и жертв

Пусть численность каждого вида в станциях на каждом шаге времени не меняется и положительна. Хищники мигрируют, жертвы тоже. Так как численность хищников и жертв не меняется, то несложно доказать, что каждый вид мигрирует всегда в одном направлении.

Пусть хищники и жертвы мигрируют из первой станции во вторую. Поскольку мы рассматриваем случай стационарных значений численностей, то, начиная с некоторого $i > k$, значения численностей на предыдущем шаге совпадают со значениями численностей на текущем шаге и равны N_i, X_i, N_{II}, X_{II} :

$$\begin{cases} N_{i+1}^I = [a^I - b^I(N_i^I - \Delta) - f^I(X_i^I - \Theta)](N_i^I - \Delta) & N_{i+1}^I = N_i^I = N_I \\ X_{i+1}^I = [\epsilon f^I(N_i^I - \Delta) - h^I(X_i^I - \Theta)](X_i^I - \Theta) & X_{i+1}^I = X_i^I = X_I \\ N_{i+1}^{II} = [a^{II} - b^{II}(N_i^{II} + p\Delta) - f^{II}(X_i^{II} + q\Theta)](N_i^{II} + p\Delta) & N_{i+1}^{II} = N_i^{II} = N_{II} \\ X_{i+1}^{II} = [\epsilon f^{II}(N_i^{II} + p\Delta) - h^{II}(X_i^{II} + q\Theta)](X_i^{II} + q\Theta) & X_{i+1}^{II} = X_i^{II} = X_{II} \end{cases} \quad \forall i > k. \quad (23)$$

Поскольку хищники мигрируют из первой станции во вторую, то в соответствии с (2) имеем

$$r^I(N_I, X_I - \Theta) = qr^{II}(N_{II}, X_{II} + q\Theta). \quad (24)$$

Перепишем это уравнение в следующем виде и обозначим выражения через m :

$$\epsilon f^I N_I - h^I(X_I - \Theta) = q(\epsilon f^{II} N_{II} - h^{II}(X_{II} + q\Theta)) = m. \quad (25)$$

Подставив m в уравнения (23), получим (при условии $q > 0$)

$$\begin{cases} X_I = [m - \epsilon f^I \Delta](X_I - \Theta) \\ X_{II} = \left[\frac{m}{q} + p\epsilon f^{II} \Delta\right](X_{II} + q\Theta) \end{cases} \quad (26)$$

Выразив m и приравняв уравнения, получим

$$\frac{X_I}{X_I - \Theta} + \epsilon f^I \Delta = \frac{qX_{II}}{X_{II} + q\Theta} - pq\epsilon f^{II} \Delta,$$

откуда

$$\frac{X_I X_{II} (1 - q) + q\Theta(X_I + X_{II})}{(X_I - \Theta)(X_{II} + q\Theta)} = -\epsilon \Delta (f^I + pqf^{II}). \quad (27)$$

Поскольку правая часть (28) не положительна, а левая всегда положительна (ввиду положительности всех численностей), то $\Delta = 0$. Если $\Delta = 0$, то (28) примет вид

$$\frac{X_I X_{II} (1 - q) + q\Theta(X_I + X_{II})}{(X_I - \Theta)(X_{II} + q\Theta)} = 0,$$

откуда

$$X_I X_{II} \left(1 - \frac{1}{q}\right) = -q\Theta (X_I + X_{II}), \quad (28)$$

что имеет смысл только при $\Theta = 0$.

Мы имеем $\Delta = 0$ и $\Theta = 0$, что означает отсутствие миграции. Таким образом, для рассматриваемой модели мы доказали следующую теорему. **Теорема о стационарной динамике: если динамика численности особей стационарна, то для такого режима миграции не существует.**

Устойчивость стационарной динамики

Поскольку модель является многопараметрической, поиск самих предельных режимов представляет собой сложную задачу. Мы ограничимся рассмотрением устойчивости стационарного режима в малом приближении.

$$\begin{pmatrix} \alpha_{n+1} \\ \beta_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a - 2bN_I - fX_I & -fN_I \\ \varepsilon fX_I & \varepsilon fN_I - 2hX_I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_n \\ \beta_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -f\beta_n \alpha_n - b(\alpha_n)^2 \\ \varepsilon f\beta_n \alpha_n - h(\beta_n)^2 \end{pmatrix}. \quad (31)$$

Так как КР равны единице, матрица A имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} 1 - bN_I & -fN_I \\ \varepsilon fX_I & 1 - hX_I \end{pmatrix}.$$

Откуда корни характеристического уравнения $A - \lambda E = 0$ равны

$$\lambda_{1,2} = 1 - \frac{bN_I + hX_I}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{bN_I + hX_I}{2}\right)^2 - (bh + \varepsilon f^2)N_I X_I}. \quad (32)$$

Пусть λ_i , $i = \overline{1,2}$ – собственные числа матрицы A . Как известно, система асимптотически устойчива тогда и только тогда, когда модули всех корней (полюсов)

Поскольку мы предполагаем, что в двух стациях динамика стационарна, то условия миграции (4)–(5) выполняться не будут, поскольку КР равен единице. Для исследования устойчивости системы применим линейный анализ. Положим

$$\begin{cases} N_n = N_I + \alpha_n \\ X_n = X_I + \beta_n \end{cases}. \quad (29)$$

Линеаризуем уравнения (1), разлагая функцию по степеням α_n , β_n и отбрасывая члены второго порядка и выше. Обозначим $\mu_n = (\alpha_n, \beta_n)^T$, тогда получим

$$\mu_{n+1} = A\mu_n + O(\mu_n^2), \quad (30)$$

где A – матрица коэффициентов при членах первого порядка; $O(\mu_n^2)$ – матрица членов порядка 2 и больше. Подставим (30) в (29) и приведем к матричному виду:

характеристического уравнения системы меньше 1, т.е. $|\lambda_i| < 1$, $i = \overline{1,2}$. Тогда условие асимптотической устойчивости системы таково:

$$|\lambda_{1,2}| = \left| 1 - \frac{bN_I + hX_I}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{bN_I + hX_I}{2}\right)^2 - (bh + \varepsilon f^2)N_I X_I} \right| < 1. \quad (33)$$

Таким образом, если параметры системы удовлетворяют выражению (34), то стационарная динамика является устойчивой.

Заключение

Мы показали, что для модели глобально информированных особей двухвидового пространственно распределенного сообще-

ства для каждого набора параметров существует стационарная динамика. Причем стационарная динамика возможна только в случае отсутствия миграции особей обоих видов. Даны оценки устойчивости стационарной динамики системы относительно изменения начальных данных.

Список литературы

1. Горбань А.Н. Системы с наследованием и эффекты отбора // Эволюционное моделирование и кинетика. – Новосибирск: Наука, 1992. – С. 40–71.
2. Горбань А.Н., Садовский М.Г. Оптимальные стратегии пространственного распределения: эффект Олли // Журн. общ. биологии. – 1989. – Т. 50, № 1. – С. 16–21.
3. Kiss K. *n*-Dimensional ratio-dependent predator-prey systems with diffusion // Applied Mathematics and Computation. – 2008. – Vol. 205, Is. 1. – P. 325–335.
4. Pan-Ping Liu An analysis of a predator-prey model with both diffusion and migration // Mathematical and Computer Modelling. – 2010. – Vol. 51, Is. 9–10. – P. 1064–1070.
5. Zijian Liu, Shouming Zhong, Chun Yin, Wufan Chen Two-patches prey impulsive diffusion periodic predator-prey model // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. – 2011. – Vol. 16, Is. 6. – P. 2641–2655.

References

1. Gorban A.N. Sistemy s nasledovaniem i efekty otbora // Evolutsionnoe modelirovanie i kinetika. Novosibirsk: Nauka, 1992. pp. 40–71.
2. Gorban A.N., Sadovsky M. G. Optimalnye strategii prostanstvennogo raspredeleniya: effect Olli // Zhurn. obsch. biologii. 1989. T. 50, no. 1. pp. 16–21.
3. Kiss K. *n*-Dimensional ratio-dependent predator-prey systems with diffusion // Applied Mathematics and Computation, 2008. Vol. 205, Is. 1. pp. 325–335.
4. Pan-Ping Liu An analysis of a predator-prey model with both diffusion and migration // Mathematical and Computer Modelling, 2010. Vol. 51, Is. 9–10. pp. 1064–1070.
5. Zijian Liu, Shouming Zhong, Chun Yin, Wufan Chen Two-patches prey impulsive diffusion periodic predator-prey model // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2011. Vol. 16, Is. 6. pp. 2641–2655.

Рецензенты:

Заворуев В.В., д.б.н., ведущий научный сотрудник Института вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск;
 Лейнертас Е.К., д.ф.-м.н., профессор кафедры ТФКП ИМиФИ, СФУ, г. Красноярск.
 Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 547.564.2

СИНТЕЗ 1-(2-НАФТИЛ)-4-ЭТОКСИБУТАНДИОНА-1,3 И ЭТОКСИМЕТИЛНИТРОЗОПИРАЗОЛА НА ЕГО ОСНОВЕ

Любяшкин А.В., Субоч Г.А., Товбис М.С.

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, e-mail: tovbis@bk.ru

Производные пиразолов нашли применение в качестве фармацевтических препаратов. Широко применяются в фармакологии анальгин, амидопирин, антипирин и другие классические средства на основе пиразолов. По данным литературы, среди производных нафтилзамещенных пиразолов имеются соединения, которые проявляют фунгицидную и антибактериальную активность. В настоящей работе приведены данные по синтезу ранее неизвестного 1-(2-нафтил)-4-этоксипиразола по реакции конденсации Кляйзена из этилового эфира этоксиуксусной кислоты и 2-ацетонафтона. На его основе в результате нитрозирования нитритом натрия в кислой среде впервые выделен 1-(2-нафтил)-4-этоксипиразол-1,2,3-трион-2-оксим. При взаимодействии 1-(2-нафтил)-4-этоксипиразол-1,2,3-трион-2-оксима с гидразингидратом в водно-щелочной среде был синтезирован ранее недоступный 5-этоксиметил-4-нитрозо-3-(2-нафтил)-1Н-пиразол. Строение синтезированных соединений доказано методами УФ, ЯМР, ИК спектроскопии и масс-спектрометрии.

Ключевые слова: нитрозопиразол, нафтилпиразол, этоксипиразол, циклоароматизация, изонитрозодикетон

SYNTHESES OF 1-(2-NAPHTHIL)-4-ETHOXYBUTANDIONE-1.3 AND ETHOXYMETHYLNITROSOPYRAZOLE BASED THEREON

Lyubyashkin A.V., Suboch G.A., Tovbis M.S.

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, e-mail: tovbis@bk.ru

Pyrazole derivatives are used as pharmaceuticals. Analgin, amidopyrine, antipyrine and other classic pyrazole-based remedies are broadly used in the pharmacology. According to the literature derivatives naphthyl substituted pyrazoles are compounds that exhibit fungicidal and antibacterial activity. In this paper we present data on the synthesis of previously unknown 1-(2-naphthyl)-4-ethoxybutandione-1.3 by Claisen condensation reaction of ethyl ethoxyacetate and 2-acetonaphnone. On its basis the result of nitrosation with sodium nitrite in acidic medium was first isolated 1-(2-naphthyl)-4-ethoxybutane-1,2,3-trione-2-oxime. By reacting 1-(2-naphthyl)-4-ethoxybutane-1,2,3-trione-2-oxime with hydrazine hydrate in an aqueous alkaline medium has been synthesized previously available 5-ethoxymethyl-4-nitroso-3-(2-naphthyl)-1H-pyrazole. The structure of synthesized compounds was proved by UV, NMR¹H, IR spectroscopy and mass spectrometry.

Keywords: nitrosopyrazol, naphthylpyrazol, ethoxypyrazol, cycloaromatization, isonitrosodiketone

В последнее время возрос интерес к новым производным нафтилпиразолов в связи с проявлением такими соединениями фунгицидной и антибактериальной активности [4]. Недавно были получены нитрозопиразолы нафталинового ряда путем конденсации нафтилзамещенных изонитрозо-β-дикетонов с алкилгидразинами [1, 3]. Мы продолжили исследования в области применения реакции циклоароматизации и попытались впервые получить нафтилнитрозопиразолы, содержащие в своем составе этоксиметильную группу. Выбор данного направления обусловлен тем, что использование лекарственных веществ со спиртовой или карбоксильной группой в виде их сложных или простых эфиров изменяет полярность молекулы и улучшает проявление фармакологической активности [2].

Цель исследования – разработка метода синтеза нового потенциально биологически активного пиразола с этоксиметильным и нафтильным заместителями на основе этилового эфира этоксиуксусной кислоты. Выделение и идентификация новых дикетон-

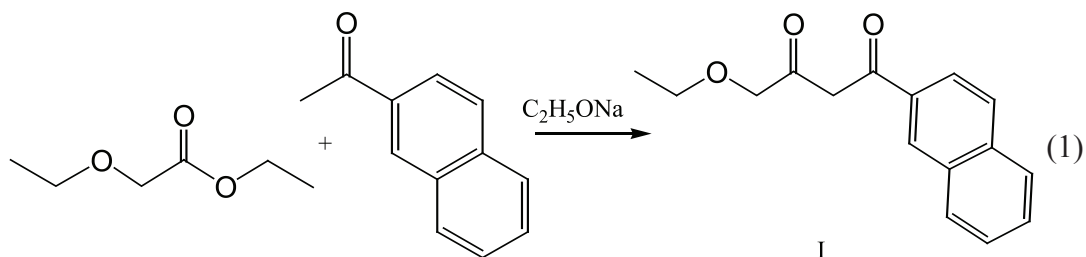
тонов, изонитрозодикетонов и пиразолов. Изучение физико-химических свойств синтезированных соединений.

Материалы и методы исследования

Структура полученных соединений подтверждена спектральными методами анализа. УФ спектры записывали на спектрофотометре HELIOS OMEGA в этаноле. Спектры ЯМР ¹H записывали в ДМСО-d₆ на приборе Bruker Avance III 600,13 МГц. Масс-спектры регистрировали на приборе Finnigan MAT 8200. ИК спектры получены на ИК микроскопе SpecTRA TECH InspectIR на базе ИК Фурье-спектрофотометра Impact 400. Ход реакции и чистоту соединений контролировали методами ТСХ на пластинках Silufol UV-254 в системе этилацетат-толуол (1:3), пятна детектировали в ультрафиолетовом свете.

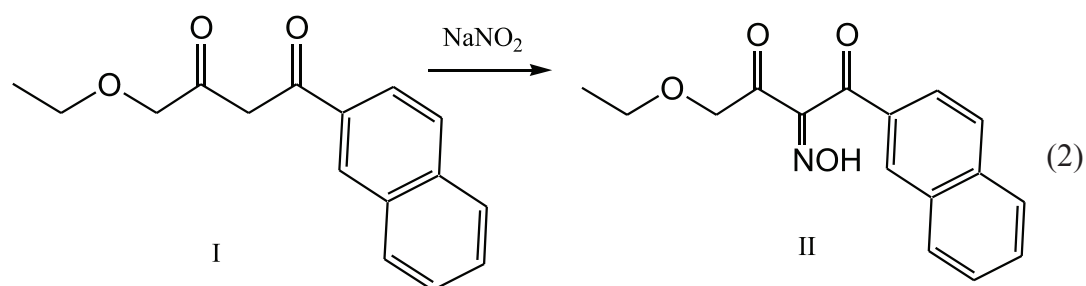
Результаты исследования и их обсуждение

В результате конденсации этилового эфира этоксиуксусной кислоты с 2-ацетонафтоном под действием этилата натрия в абсолютном эфире был впервые получен 1-(2-нафтил)-4-этоксипиразол-1,3 (I) (схема 1).



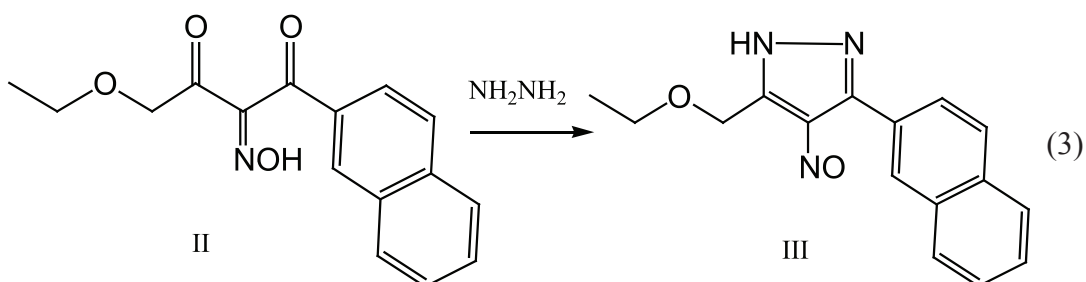
При нитрозировании дикетона нитритом натрия в уксусной кислоте согласно методи-

ке [5] был выделен 1-(2-нафтил)-4-этоксипутан-1,2,3-трион-2-оксим (II) (схема 2).



Для синтеза этоксиметилнитрозо-пиразола изонитрозодикетон вводили в реакцию с гидразингидратом в водно-щелочной среде. Новый нафтилнитро-

зопиразол с этоксиметильным заместителем был выделен в виде кристаллов зеленого цвета с четкой температурой плавления (схема 3).



Экспериментальная часть

1-(2-нафтил)-4-этоксипутандион-1,3 (I). Смешивали 28,695 г этилового эфира этоксиуксусной кислоты с 26,04 г ацетофенона в 100 мл абсолютного этилового эфира над свежеприготовленным этилатом натрия, приготовленного из 5 г натрия. После растворения этилата натрия нагревали на водяной бане 40 минут. В реакционную массу добавляли 100 мл воды и водный слой экстрагировали эфиром. Водный раствор подкисляли серной кислотой до слабосильной реакции. Осадок фильтровали и промывали гексаном. Белые кристаллы, $T_{\text{пл}}$ плавления 128–130°C. Выход 25,5 г (46%). Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м.д.: 1,18 т (CH_3), 3,52 к (CH_2), 2,72 с (CH_2), 3,74 с (CH_2), 7,51–8,69 м (нафтил). Масс спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 256 (6) $[\text{M}]^+$, 127 (100), 155 (92), 31 (79), 43 (57), 170 (40).

1-(2-нафтил)-4-этоксипутан-1,2,3-трион-2-оксим (II). К раствору 1,5 г (5 ммоль) 1-(2-нафтил)-4-этоксипутандиона-1,3 в 20 мл ледяной уксусной кислоты при охлаждении и перемешивании добавляли 0,545 г (7 ммоль) сухого нитрита натрия. Нитрит натрия добавляли порциями, чтобы температура смеси была не выше 16°C. Реакционную массу перемешивали 2,5 ч. Выпавший осадок промывали гексаном и отфильтровывали. Выход 1-(2-нафтил)-4-этоксипутан-1,2,3-трион-2-оксима составил 1,1 г (76%), вещество белого цвета, $T_{\text{пл}}$ 146–147°C. Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м.д.: 1,16 т (CH_3), 3,55 к (CH_2), 4,83 с (CH_2), 7,6–8,4 м (нафтил), 13,12 с (NOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1673 ($\text{CH}_2\text{C}=\text{O}$), 1701 (нафтил $\text{C}=\text{O}$). Масс спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 285 (4) $[\text{M}]^+$, 31 (100), 127 (75), 155 (74), 59 (58), 77 (118).

5-этоксиметил-4-нитрозо-3-(2-нафтил)-1H-пиразол (III). К раствору 0,2 г (0,6 ммоль) 1-(2-нафтил)-4-этоксипутан-1,2,3-трион-2-оксима в 10 мл воды и 0,1 г КОН при перемешивании добавляли 0,05 г (0,8 ммоль) сухого гидразингидрата. После перемешивания в течение 20 минут при 20 °С раствор подкисляли. Выпал осадок зеленого цвета. Выход 0,57 г (81 %), зеленые кристаллы, T_m 115 °С. УФ-спектр, λ_{max} , нм (ϵ): 705 (52,4). Спектр ЯМР 1H (DMSO- d_6), δ , м.д.: 1,19 с (CH₃), 3,59 к (CH₂), 4,46 с (CH₂), 7,6–8,8 м (нафтил), 14,2 (NH). Масс-спектр, m/z (I_{rel} , %): 281 (18) [M]⁺, 153 (100), 29 (98), 31 (75), 127 (54), 179 (11).

Выводы

1. В ходе проведенного исследования был впервые получен этоксидикетон с нафтильным заместителем.
2. Синтезирован ранее неизвестный 1-(2-нафтил)-4-этоксипутан-1,2,3-трион-2-оксим.
3. Впервые выделен 5-этоксиметил-4-нитрозо-3-(2-нафтил)-1H-пиразол.
4. Индивидуальность соединений подтверждена с помощью ТСХ, а химическая структура – современными спектральными данными.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Красноярского краевого фонда поддержки науки и научно-технической деятельности «Молодым ученым» (2014 г.).

Список литературы

1. Любяшкин А.В., Костыгина Е.М. и др. Синтез изонитрозо- β -нафтоиллацетона и нитрозопиразола на его основе // ЖОрХ. – 2008. – Т. 44. – С. 776.
2. Солдатенков А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ, М.: Мир, 2003. – 191 с.

3. Lyubyashkin A.V., Tovbis M.S. The synthesis of nitrosonaphthylpyrazoles and aminonaphthylpyrazoles on their basis // Prescopus Russia: Open journal. – 2013. – Vol. 1. – P. 49–57.

4. Ahlrwalia V. K., Sharma H. R., Tyaqi R. Senthesis and antimicrobial activities of some new 1-substituted 3-methyl-5-(2-naphthyl)-4-[p-(substituted sulphamyl)benzeneazo]pyrazoles // Indian J. Chem. – 1989. – № 23. – P. 195.

5. Küster R. Über Komplexe Ferrozalze nach Versuchen der Herren Dr. E. Erfle, Dr. E.v.Roll, und Dr. K. Schiller mitgeteilt // Z. Physiol. Chem. – 1926. – Bd.155. – H. IV-V. – P. 157–185.

References

1. Lyubyashkin A.V., Kostygina E.M., Slashchinin D.G., Sokolenko V.A., Tovbis M.S., sintez izonitrozo- β -naftoilatsetona I nitrozopirazola na ego osnove // ZHOrKH. 2008. Vol. 44. pp. 776.
2. Soldatenkov A.T. Osnovy organicheskoy himii lekarstvennyh veshstv, M.: Mir, 2003. 191 p.
3. Lyubyashkin A.V., Tovbis M.S. The synthesis of nitrosonaphthylpyrazoles and aminonaphthylpyrazoles on their basis // Prescopus Russia: Open journal. 2013. Vol. 1. pp. 49–57.
4. Ahlrwalia V.K., Sharma H.R., Tyaqi R. Senthesis and antimicrobial activities of some new 1-substituted 3-methyl-5-(2-naphthyl)-4-[p-(substituted sulphamyl)benzeneazo]pyrazoles // Indian J. Chem. 1989. 23. pp. 195.
5. Küster R. Über Komplexe Ferrozalze nach Versuchen der Herren Dr. E. Erfle, Dr. E.v.Roll, und Dr. K. Schiller mitgeteilt // Z. Physiol. Chem. 1926. Bd.155. H. IV-V. pp. 157–185.

Рецензенты:

Твердохлебов В.П., д.х.н., профессор, зам. директора Института нефти и газа, зав. кафедрой химии и технологии переработки углеродных материалов, Сибирский федеральный университет по стратегическому развитию, г. Красноярск;

Левданский В.А., д.х.н., доцент, главный научный сотрудник лаборатории каталитической химии угля и биомассы, Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 504.5

АНАЛИЗ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Мельникова Д.В., Волков Д.А.

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

В работе рассмотрена проблема воздействия отработанных смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) на организм человека и окружающую среду. Особое внимание уделено основным путям поступления вредных веществ СОТС в организм рабочих и вызываемым при этом профессиональным заболеваниями. Доказано, что при воздействии на организм нефтепродуктов развиваются такие заболевания, как рак лёгкого, гортани, губы у мужчин, а у женщин – рак лёгкого, толстой кишки, молочной железы и половых органов. Так как в состав СОТС входят индустриальное масло, щелочь, полигликоли, асидол и другие токсичные вещества, при попадании СОТС в окружающую среду (воздушную, водную, литосферу) возможен серьёзный экологический ущерб. Загрязнение атмосферы происходит не только в процессе эксплуатации СОТС, но и в результате испарения и сжигания отработавших смазочных масел. В работе освещен вопрос путей миграции отработанных нефтепродуктов в почве, выявлены опасные свойства при испарении СОТС, а также при попадании их в воду.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие технологические средства, загрязнение окружающей среды, профессиональные заболевания

ANALYSIS OF TOXICOLOGICAL INFLUENCE OF LUBRICOOLANTS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES ON HUMAN ORGANISM AND ENVIRONMENT

Melnikova D.V., Volkov D.A.

Togliatti State University, Togliatti, e-mail: office@tltsu.ru

In this paper we consider the problem of the impact of waste lubricating technological means (LTT) on the human body and the environment. Particular attention is paid to the main paths of receipt of hazardous substances into the body LTT workers and has the effect of occupational diseases. It is proved that under the influence of oil on the body develop diseases such as lung cancer, throat, lips, men and women – lung cancer, colon, breast and genital organs. As part of the LTT includes industrial oil, alkali, polyglycols asidol and other toxic substances, when released into the environment LTT (air, water, lithosphere) is possible serious environmental damage. Contamination of the atmosphere not only occurs during operation of coolants, but due to evaporation and combustion exhaust lubricants. The paper covers the issue of migration routes of waste oil in the soil, identified hazardous properties of the evaporation of lubricoolants, and when they hit the water.

Keywords: lubricoolant, environmental pollution, occupational disease

Отработанные смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) являются опасными загрязнителями практически всех компонентов природной среды – поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха. Опасным свойством масел является их токсичность – свойство вещества при попадании в определённых количествах в организм человека, животного или растения вызывать их отравление или гибель [5].

Опасными компонентами маслосодержащих отходов являются углеводороды. Доказано, что все углеводороды обладают выраженным действием на сердечно-сосудистую систему и на показатели крови (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов), могут поражать печень, вызывают нарушение деятельности эндокринных желез, поражают центральную нервную систему, вызывают острые и хронические отравления, иногда со смертельным исходом.

При оценке СОТС учитывают канцерогенные свойства веществ, входящих в состав продукта [3]. Все характеристики, на основании которых делается вывод о безопасности СОТС, должны отображаться в паспорте безопасности, данные которого учитывают при составлении санитарно-эпидемиологического заключения, выдаваемого в установленном законном порядке [3, 5]. В таблице представлены значения токсичности приоритетных компонентов СОТС и продуктов их термоокислительной деструкции, содержащихся в воздухе рабочей зоны [8].

Результаты ряда исследований показывают, что средний срок использования СОТС варьирует от двух недель до полутора месяцев. Наибольшую опасность представляют отработанные СОТС, в состав которых входят индустриальное масло, щелочь, полигликоли, асидол и ряд других веществ. Показано, что отработанные СОТС в 15–30 раз токсичнее свежих [1].

Токсичность приоритетных компонентов СОТС
и продуктов их термоокислительной деструкции

Вещества	CAS	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Канцеро- генность		Органы и системы, поражае- мые при воздействии в кон- центрациях, превышающих ПДК и RFC
				МАИР	ЕРА	
Акриловая кислота	79-10-7	5,0	3	–	–	ОД
Акролеин	107-02-8	0,2	2	–	–	ОД, СОГ
Аммиак	7664-41-7	20	4	–	–	ОД
Ацетон	67-64-1	200	4	–	–	Печень, почки, ЦНС, кровь
Бензин	8006-61-9	100	4	–	–	Печень, почки, ОД
Бутадиен	106-99-0	100	4	–	–	ОД
Бутилакрилат	141-32-2	10	3	–	–	ОД
Винилацетат	10805-4	0,2	2	–	–	ОД, почки
Гексахлорэтан	6772-1	0,08	1	2В	С	ЦНС, почки, КП
Дихлорэтан	107-06-02	10	2	2В	В2	Печень, почки, ЦНС, КП
Метанол	67-56-1	5,0	3	–	–	ЦНС, СОГ
Метатиол	74-93-1	0,8	2	–	–	ОД, печень
Метилакрилат	96-33-3	5,0	3	–	–	ОД, ЦНС
Метилпропионат	554-12-1	10,0	3	–	–	ОД
Масляный альдегид	123-72-8	5,0	3	–	–	ОД
Метилметакрилат	80-62-6	0,7	2	–	–	ОД
Минеральное масло	8012-95-1	5,0	3	–	–	ОД, печень, почки
Метилнафталин	1184	20,0	4	–	–	ОД
Меркаптан	107-96-0	0,1	1	–	–	ЦНС, ОД
Сероуглерод	75-15-0	10,0	2	–	–	ОД
Сера	7704-39-9	6,0	4	–	–	ОД
Свинец	74-39-92-1	0,01	1	2А	В2	ЦНС, кровь, почки, КП, ре- продуктивная функция, ГС
Сернистый газ	7446-09-5	10,0	3	–	–	ОД
Нитрит натрия	14797-65-0	5,0	3	–	–	Кровь
Тетрахлорэтан	79-34-5	5,0	3	2В	В2	Печень, почки, ЦНС, КП
Трихлорэтан	71-55-6	20,0	4	–	–	ОД
Тетрахлорметан	56-23-5	20,0	2	2В	В2	Печень, почки, ЦНС, КП
Углерод оксид	8006-61-9	20,0	4	–	–	ОД
Уксусная кислота	64-19-7	5,0	3	–	–	РД, ОД
Фенол	108-95-2	0,3	2	–	–	ССС, почки, печень, ЦНС, ОД
Формальдегид	5000-0	0,8	2	2А	В1	ОД, СОГ, сенсibilиз. дей- ствие, КП
Этанол	64-17-5	1000	4	–	–	ЦНС, ОД
Этилметакрилат	140-88-5	0,048		2В	В2	ЦНС, ОД, КП
Хлор	7782-50-5	1,0	2	–	–	ОД
Хром ³⁺	1308-38-9	1,0	3	–	–	ОД, печень, почки, слизистые оболочки
Хром ⁶⁺	1333-82-0	0,01	1	1	А	ОД, печень, почки, КП
Хлористый водород	7647-01-0	5,0	2	–	–	ОД
Бензол	71-42-2	5,0	2	1	А	Кровь, ЦНС, ГС

Примечание. Обозначения: CAS – уникальный идентификационный номер химических соединений и некоторых смесей; ЕРА – оценка канцерогенной опасности по классификации агентства по охране окружающей среды США; REC – референтная концентрация, установленная по ЕРА в качестве предела ингаляционного воздействия на человека опасных уровней химических веществ; МАИР – классификация международного агентства по изучению рака; ОД – органы дыхания; ЦНС – центральная нервная система; СОГ – слизистая оболочка глаза; ССС – сердечно-сосудистая система; ГС – гормональная система; КП – канцерогенная патология; РД – разнонаправленное воздействие на многие органы и системы организма.

Требование полного отсутствия вредных веществ в зоне дыхания работающих часто невыполнимо, поэтому особую важность приобретает гигиеническое нормирование, т.е. ограничение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до предельно допустимых концентраций – ПДК рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005–88 и ГН 2.2.5.686–98). Человек начинает чув-

ствовать запах углеводородов, когда их концентрация в воздухе составляет 0,3 мг/м³. Если концентрация углеводородов в воздухе достигает 30000 мг/м³ и более, может произойти взрыв от любого источника огня (окурки, короткое замыкание, искра и т.д.) [4]. На рис. 1 обозначены основные пути поступления СОТС и их компонентов в организм человека [2].



Рис. 1. Основные пути поступления вредных веществ СОТС в организм рабочих и вызываемые профессиональные заболевания

Отработанные смазочно-охлаждающие вещества оказывают свое негативное воздействие не только на организм, но и на окружающую среду.

Загрязнение поверхности и недр территории промплощадки предприятия нефтепродуктами потенциально имеет ряд опасных и трудно ликвидируемых последствий. При попадании нефтепродуктов в почву формируется несколько видов загрязнения геологической среды:

- загрязнение почвогрунтов;
- загрязнение грунтов зоны аэрации;
- загрязнение горизонта грунтовых вод.

Загрязнения почвогрунтов формируются в основном в местах разлива про-

дуктов отработанных СОТС – первичное загрязнение. При этом наиболее сильно почвы загрязняются тяжелыми и вязкими нефтепродуктами, не способными к глубокому проникновению в недра. В некоторых случаях происходит вторичное загрязнение в результате подъема уровня грунтовых вод.

Под влиянием нефтепродуктов увеличивается количество водонепроницаемых частиц почвы размером больше 10 мм, происходит агрегирование почвенных частиц, содержание глыбистых частиц увеличивается, а содержание агрономически ценных мелких частиц уменьшается. Почвы, насыщенные нефтепродуктами, теряют способность впитывать и удерживать влагу [9].

Срок восстановления, саморекультивации почв, загрязненных нефтепродуктами, составляет от 1–2 до 10–15 лет.

Наличие 2 г нефтепродуктов в 1 кг почвы делают ее непригодной для жизни растений и почвенной микрофлоры. Нефтепродукты оказывают влияние почти на все группы почвенных беспозвоночных. Быстрее всего погибают крупные виды (насекомые, черви). Понижение концентрации кислорода в почве способствует развитию анаэробных микроорганизмов, развитие аэробной микрофлоры затормаживается. Первоначально даже слабое загрязнение почвы нефтепродуктами приводит к снижению количества почвенных микроорганизмов. Восстановление численности наблюдается через несколько месяцев после загрязнения, в дальнейшем возможен даже некоторый рост численности микроорганизмов за счет использования углерода нефтепродуктов

в качестве питательного вещества. Однако интенсивный рост микроорганизмов, усваивающих растворимые соединения, сильно обедняет почву соединениями азота и фосфора. Загрязнения почв нефтепродуктами создают новую экологическую обстановку с соответствующим числом организмов в почве. Общая особенность всех нефтезагрязненных почв – ограниченность видового и экологического разнообразия педобионтов [9].

В процессе механической обработки с применением СОТС под действием высоких температур в зоне обработки могут образовываться аэродисперсные системы на основе аэрозолей СОТС, что дополнительно, помимо проливов отработанных СОТС, повышает их миграционную способность в окружающей среде [6]. На рис. 2 показан анализ путей возможной миграции аэрозолей СОЖ.

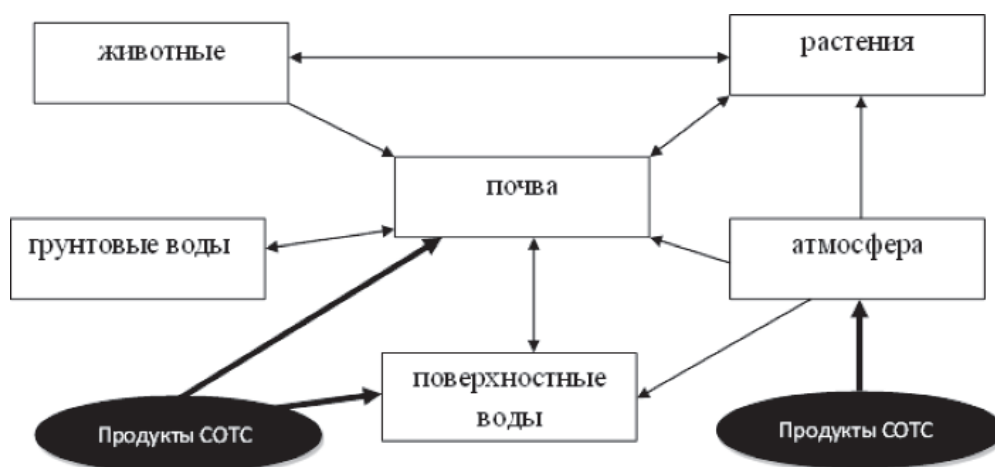


Рис. 2. Возможные пути миграции продуктов СОТС

Исходя из вышесказанного, в целях экологической безвредности и ожидаемого попутного экономического эффекта в случае внедрения «сухой» (без традиционных СОТС) механической обработки многие зарубежные фирмы совместно с институтами активно занимаются разработкой теоретических основ и практических способов реализации обработки резанием без применения СОТС [1, 7].

Как показывает опыт западного и отечественного машиностроения [1], по мере усиления законодательства и налоговых санкций, направленных на защиту окружающей среды, технологии, позволяющие минимизировать использование СОТС, становятся все более востребованными.

Проведение научно-исследовательской работы осуществляется при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-6076.2013.8.

Список литературы

1. Бобровский Н.М., Бобровский И.Н., Ежелев А.В., Мельников П.А. Технология обработки деталей поверхностно-пластическим деформированием без применения смазывающе-охлаждающих технологических средств: монография. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. – 142 с. ISBN 987-5-93424-598-7.
2. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Анализ негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу и методов его снижения // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 45–49.
3. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Воздействие смазывающих охлаждающих жидкостей в условиях предпри-

ятий машиностроения и методы его снижения // Известия Самарского научного центра РАН. – 2006. – Т. 8, № 4(18). – С. 1171–1176.

4. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005—88. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 27 с.

5. Кундиев Ю.И., Трахтенберг И.М., Поручкий Г.В. Гигиена и токсикология смазочно-охлаждающих жидкостей. – Киев: Здоровья, 1982. – 120 с.

6. Мельников П.А., Бобровский Н.М., Попов А.Н., Гусарова Д.В. Особенности образования аэродисперсных систем при использовании СОТС на машиностроительных предприятиях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 3. – С. 87–91.

7. Мельников П.А. Повышение эффективности технологии выглаживания широким самоустанавливающимся инструментом без смазочно-охлаждающей жидкости: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Самара, 2008. – 20 с.

8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: постановление Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 февраля 1998 г., № 4.

9. Яновский С.Л., Харин А.А., Шевченко В.И., Дмитриенко П.В. Авиационная экология. Воздействие горюче-смазочных материалов на окружающую среду: учеб. пособие. – М: МАТИ, 2004. – 179 с.

References

1. Bobrovskiy N.M., Bobrovskiy I.N., Ezhelev A.V., Melnikov P.A. Tehnologiya obrabotki detaley poverhnostno-plasticheskim deformirovaniem bez primeneniya smazivayusche-ohlazhdayuschih tehnologicheskikh sredstv. Samara, Samarskiy Nauchniy Centr RAN, 2012. 142 p. ISBN 987-5-93424-598-7.

2. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R. Analiz negativnogo vozdeystviya smazochno-ohlazhdayuschih zhidkostey na cheloveka i biosferu i metodov ego snizheniya [Analysis of negative influence of lubricating-cooling liquids to the man and to biosphere and of methods of it reduction]. Vector nauki Tolyatinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, no 4, pp. 45–49.

3. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R. Vozdeystvie smazivayuschih ohlazhdayuschih zhidkostey v usloviyah predpriyatiy mashinostroeniya i metody ego snizheniya [Impact of lubricating cooling liquids in the conditions of mechanical engineering enterprises and the ways of it reduc-

tion]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2006, Vol. 8, no. 4(18), pp. 1171–1176.

4. Obschie sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k vozduhu rabochey zony [General hygiene and sanitary requirements to the air of working area]. GOST 12.1.005—88, Moscow, Izdatelstvo standartov, 1989-01-01, 27 p.

5. Kundiev Yu.I., Trahtenberg I.M., Poruckiy G.V. Gigiena i toksikologiya smazochno-ohlazhdayuschih zhidkostey [Hygiene and toxicology of lubricoolants]. Kiev, Zdorovya, 1982, 120 p.

6. Melnikov P.A., Bobrovskiy N.M., Popov A.N., Gusarova D.V. Osobennosti obrazovaniya aerodispersnykh sistem pri ispolzovanii SOTS na mashinostroitelnykh predpriyatiyah [Features education aerodisperse systems when using coolants in machine-building enterprises] // Vector nauki Tolyatinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, no 3, pp. 87–91.

7. Melnikov P.A. Povyshenie effektivnosti tehnologii vyglazhivaniya shirokim samoustanavlivayuschimsya instrumentom bez smazochno-ohlazhdayuschey zhidkosti [Improving the efficiency of smoothing technology with wide self-aligning tool without lubricoolant], Avtoref. dis. kand. tehn. nauk, Samara, 2008, 20 p.

8. Predelno dopustimye koncentracii vrednykh veschestv v vozduhe rabochey zony, postanovlenie Glavnogo Gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiyskoy Federacii ot 04.02.1998, no. 4.

9. Yanovskiy S.L., Harin A.A., Shevchenko V.I., Dmitrienko P.V. Aviacionnaya ekologiya. Vozdeystvie goryuche-smazochnykh materialov na okruzhayushchuyu sredyu [Aviation environment. The impact of fuel and lubricants on the environment], ucheb. posobie. Moscow, MATI, 2004, 179 p.

Рецензенты:

Бобровский Н.М., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства», ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти;

Горшков Б.М., д.т.н., доцент, зав. кафедрой «Электротехнические комплексы и системы», ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет сервиса», г. Тольятти.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 910 (09) : 001 (09)

ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНЫХ ВЗГЛЯДОВ НА ПРИЧИНЫ ЕСТЕСТВЕННОГО БЕЗЛЕСЬЯ СТЕПЕЙ В XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.**Грошева О.А.***Институт степи УрО РАН, Оренбург, e-mail: steppeforum06@mail.ru*

Исследована история развития научных взглядов на причины естественного безлесья степей в трудах отечественных ученых. Проанализированы основные идеи сторонников теории вторичного безлесья степей, а также геоморфологической, геоботанической, климатической и ландшафтоведческой теорий. Отмечено, что в начале XIX века среди ученых явно преобладал взгляд на естественное безлесье степей как вторичное явление. Впервые на вторичный характер естественного безлесья степей указал П.С. Паллас. Формирование в конце XIX столетия географической школы В.В. Докучаева приводит к активизации исследований степной зоны. Именно для этого времени характерны длительные научные дискуссии и появление новых теорий о причинах естественного безлесья степей, природном и антропогенном соотношении между лесом и степью, наличии переходной полосы, стимулировавшие развитие отечественной ботаники и почвоведения. В разработке этих вопросов участвовали многие выдающиеся исследователи степной зоны: В.В. Докучаев, А.Н. Краснов, Г.И. Танфильев, Г.Н. Высоцкий и другие.

Ключевые слова: естественное безлесье степей, научная теория, экологический кризис, оптимизация степного природопользования

THE XIX – EARLY XX CENTURY EVOLUTION OF SCIENTIFIC VIEWS ON CAUSES OF THE NATURAL TREELESSNESS OF STEPPES**Grosheva O.A.***Institute of Steppe of the Urals Branch of RAS, Orenburg, e-mail: steppeforum06@mail.ru*

The development history of the scientific view on the causes of natural treelessness of steppes is studied throughout works by domestic scientists. The main ideas by adherents of the secondary treelessness theory, as well as by adherents of geomorphologic, geobotanic, climatic and landscape theories are analysed. The evident prevalence of secondary treelessness of steppes idea amid early XIX century scientists is noted. The secondary nature of the observed treelessness of steppes is for the first time noted by P.S. Pallas. The forming of the V.V. Dokuchaev's geographical school of thought in the late XIX century activates researches into the steppe zone. It is just the period that is characterized by long term scientific discussions and by new theories on causes of natural treelessness of steppes, on natural and anthropogenic proportion of forest and steppe, on transition belt, which inspired domestic botany and soil science. These issues are developed with participation by many of outstanding steppe zone researchers: V.V. Dokuchaev, A.N. Krasnov, G.I. Tanfiliev, G.N. Vysotskiy, etc.

Keywords: natural treelessness of steppes, scientific theory, ecological crisis, steppe nature use optimization

Вопрос о причинах естественного безлесья степей всегда был одним из основных в отечественной науке, сохранив свою актуальность и до настоящего времени. Подводя итоги развития научных идей и взглядов выдающихся степеведов по этой проблеме, можно выделить несколько основных направлений, которые сформировались в XIX – начале XX вв.

Начало научных споров отечественных исследователей о причинах естественного безлесья степей относится к XVIII веку. На рубеже XVIII и XIX столетий на фоне усиленной колонизации южной степи этот вопрос стал предметом активного обсуждения. В начале XIX века среди ученых явно преобладал взгляд на естественное безлесье степей как вторичное явление. Впервые на вторичный характер естественного безлесья степей указал П.С. Паллас [9]. Ученый считал, что морское происхождение чернозема относится только к южным степям, а в северных степях является наследием «лесного прошлого». Эти леса, по мнению

И.А. Гюльденштедта, были истреблены кочевниками в процессе военных действий или с помощью палов [15]. Наблюдения первых исследователей и их выводы о роли человека в обезлесении степных ландшафтов обобщил И.У. Палимпсестов. Он пришел к выводу, что в прошлом южнорусские степи были покрыты лесами и здесь были благоприятные климатические и почвенные условия для лесовосстановления.

Выступая против принятой в то время морской теории возникновения чернозема, Э.А. Эверсманн [14] одним из первых говорит о его наземно-растительном происхождении. Ученый, характеризуя экологические особенности растительности степи, отмечает взаимозависимость растительности и почв. Он подчеркивает ведущую роль растений в образовании черноземных степей: «море заливало все нынешние степи, ... возникли обширные илистые степи, кои в течение веков, а может быть, тысячелетий, от ежегодно умирающей и возобновляющейся растительности покрылись слоем тука,

или чернозема» [14, с. 52]. Э.А. Эверсманн выделяет главные причины безлесья приуральских степей: «сухость климата» и «недостаток воды» [13].

Известный географ и ботаник, профессор Петербургского университета А.Н. Бекетов, впервые выделивший степь как особую физико-географическую область, состоящую из нескольких климатических поясов, исследуя вопросы естественного безлесья степей, приходит к выводу, что данное явление вызвано климатическими и доисторическими причинами [2].

А.Ф. Миддендорф [7], первым применивший сравнительный метод для характеристики степной зоны, сравнивая степной тип ландшафта с тундровым, отметил при этом, что естественное безлесье степей обусловлено недостатком влаги, а в тундре – недостатком тепла. До А.Ф. Миддендорфа на зависимость природных особенностей степной зоны от климата обратил внимание К.С. Веселовский [3], не употребляя, однако, термина «степной тип».

В конце XIX века в результате массовой вырубki лесов и хищнического использования земель в черноземной полосе Европейской России проявляются «крайности степного климата» – жесточайшие суховеи и бури, черные зимы, когда вместе со снегом с полей сносилась и почва. Засухи стали обычным делом. В десятках губерний России люди умирали от голода, скот погибал от недостатка кормов и разваливались многие тысячи крестьянских хозяйств, на фоне развития эрозионных процессов происходило резкое снижение плодородия степных почв. Жестокая засуха 1891 года, охватившая почти всю черноземную полосу Европейской России, стала отправной точкой для начала активизации экспедиционных исследований и разработки научных предложений по восстановлению и оптимизации степей.

Возникновение в конце XIX столетия географической школы В.В. Докучаева, ставшей господствующей в отечественной географии, приводит к значительному подъему теоретических и практических исследований степной зоны на качественно новый уровень. Именно для этого времени характерны длительные научные дискуссии и появление новых теорий о причинах естественного безлесья степей, природном и антропогенном соотношении между лесом и степью, наличии переходной полосы, стимулировавшие развитие отечественной ботаники и почвоведения. В разработке этих вопросов участвовали многие выдающиеся исследователи степной зоны: В.В. Докучаев, А.Н. Краснов, Г.И. Танфильев, Г.Н. Высоцкий и другие. Характерной

чертой научных идей и гипотез этого периода, связанных с решением проблемы безлесья степей, является их направленность на реализацию практических задач в сельском хозяйстве, создание полезащитных лесополос и охране природы степи.

Одним из первых всесторонне охарактеризовавшим особенности степей в историческом и экологическом аспектах и выполнившим системный анализ экологического кризиса степной зоны был В.В. Докучаев. В работе «Наши степи прежде и теперь» (1892) ученый делает вывод, что засухи – результат «неразумной эксплуатации и расхищения природных богатств русской земли», подчеркивая, что причина ухудшения черноземов заключается в повсеместном истреблении лесов, сплошной распашке почвенного покрова, в неправильной обработке почв. Сельское хозяйство в степях, отмечает В.В. Докучаев [5], имело характер «азартной биржевой игры», а высокое природное плодородие черноземных почв вследствие этого непрерывно истощалось. Происходило развитие оврагов, смыв почв, ухудшение режима рек и климата черноземной полосы. Неизбежным результатом всего этого, по словам ученого, явились более суровые зимы и знойные сухие лета на юге России.

В.В. Докучаев [5] пишет о необходимости регулирования стока больших и малых рек, укрепления оврагов при помощи лесных посадок, плетней и изгородей, запрета распашки крутых склонов, облесения песков, бугров и других неудобных земель, устройства прудов для задержания снеговых и дождевых вод. Таким образом, ученым был предложен план оптимизации степного природопользования, предусматривающий, наряду с внедрением травопольной системы земледелия, строительством прудов и водоемов, развитие полезащитных лесонасаждений. После вышедшей в 1892 г. книги В.В. Докучаева «Наши степи прежде и теперь» лес в степи стал рассматриваться не только в качестве возможного топлива и строительного материала, но и как одно из средств борьбы с засухами и неурожаями.

Развивая дискуссию о причинах естественного безлесья степей, сторонник оригинальной геоморфологической теории ботаник и географ А.Н. Краснов в монографии «Травяные степи северного полушария» [6] показал определяющую роль развития рельефа в смене ландшафта. Ученый сравнивает между собой безлесные травянистые степи всего северного полушария, включая не только степи Евразии, но и прерии Северной Америки, посещенные им в 1890 году. Согласно представлениям А.Н. Краснова, произрастанию лесов в степях препятствует

не климат, а равнинность рельефа, обуславливающая недостаточный дренаж местности. Он утверждал, что климат не служит причиной безлесья степей, а лишь определяет состав их флоры. Безлесные травянистые участки встречаются всюду, в самых различных климатических поясах, где есть равнинные, не дренированные пространства. Учитывая зависимость размещения леса и степи от геоморфологических условий, А.Н. Краснов историю развития лесостепных и степных ландшафтов тесно связывает с эволюцией рельефа. Многие послеледниковые изменения в ландшафте степей он справедливо объясняет не изменениями климата, а усилением дренажа вследствие развития овражно-балочной сети.

За монографию «Травяные степи северного полушария» А.Н. Краснову в 1894 году была присуждена ученая степень доктора географии. Он был первым доктором географии в России, получившим эту ученую степень на основании публичной защиты диссертации.

Сторонник геоботанической теории Г.И. Танфильев [11] главной причиной естественного безлесья степных ландшафтов считал химические свойства лёссовых почв. Насыщенные легкорастворимыми солями, отмечал ученый, почвы степей более благоприятны для степной растительности. Однако на песках, по склонам оврагов, вершинам водоразделов, обедненных легкорастворимыми солями, перевес в борьбе оказывается на стороне лесных формаций.

Малоудовлетворительные результаты искусственного лесоразведения в степях Г.И. Танфильев объясняет неудачным выбором мест с неподходящими условиями рельефа и почв. В таких местах деревья, когда их корни достигают соленосного слоя, начинают обнаруживать признаки угнетенного роста. Основной причиной угнетенного роста многих искусственных лесных насаждений в степи ученый считает малую выщелоченность грунтов. Г.И. Танфильев доказывает, что лес обнаруживает склонность к расширению своих пределов за счет соседней степи. У лесных опушек вдоль южных окраин лесной зоны больше задерживается снега, таяние которого способствует постепенному выщелачиванию почвы, что и создает благоприятные условия для постепенного надвигания леса на степь.

Г.И. Танфильев сделал попытку указать, какие участки в степной зоне наиболее благоприятны для лесоразведения:

1. Места, бывшие прежде под лесом.
2. Северная часть черноземной полосы.
3. Места, примыкающие к естественным лесам, если только почва здесь не солонцевата.
4. Водоразделы.
5. Заросли степных кустарников.

Лучшими древесными породами и кустарниками для степного лесонасаждения ученый считает породы, произрастающие в степи на более засоленных местах и по опушкам степных лесов.

Теория Г.И. Танфильева, объясняющая естественное безлесье степей, главным образом, насыщенностью лёссовых почв известью, подвергалась критике последующими исследователями. Г.И. Танфильев, в свою очередь, критиковал взгляды С.И. Коржинского на взаимоотношения между степью и лесом, оспаривая его мнение, что лес мощнее степных ландшафтов и поэтому он наступает на степь. Ученый утверждал, что применительно к ботанической географии нельзя говорить о борьбе за существование без связи с внешними условиями.

Практически все вышеназванные теории о естественном безлесье степной зоны, будучи односторонними, как нельзя лучше дополняли друг друга. В дальнейшем, в процессе накопления фактического материала и его обобщения, появлялись более достоверные идеи. Если раньше большинством гипотез роль климата в распределении почв и растительности отрицалась, то в более поздних работах ему уделяется больше внимания.

Известный ботаник и географ Г.Н. Высоцкий [4], высказывая мысль, что естественное безлесье степей в первую очередь обусловлено неблагоприятным для лесной растительности климатом, вместе с тем, в отличие от большинства своих современников, избежал присущей им односторонности. Он показал, что при решении данного вопроса нужно основываться на общегеографических, зональных факторах, и указывал на необходимость учета совместного действия всех причин естественного безлесья степей. Г.Н. Высоцкий обращал внимание на сухость степного климата, солонцеватость степных грунтов, которая в свою очередь обусловлена сухостью климата, равнинным рельефом, затрудняющим дренаж. Важным препятствием для леса, по мнению ученого, является также более приспособленная к особенностям степной природы травянистая степная растительность. Но вместе с тем, отмечает ученый, различные элементы рельефа, грунта, дренажа усложняют общую картину и нередко способствуют распространению леса. Таким образом, при решении данного вопроса Г.Н. Высоцкий показал, что сочетание основных элементов степного ландшафта в целом неблагоприятно для сплошной лесной растительности. Главную роль при этом играет недостаток почвенно-грунтовой влаги, что обусловлено как сухостью климата, засоленностью, так и высокой влагоемко-

стью степных грунтов, а также некоторыми особенностями рельефа. Георгий Николаевич внес существенный вклад в степное лесоразведение, обосновал древесно-кустарниковый тип степных лесонасаждений, показал ценность дуба для создания лесных насаждений в степи.

Достаточно своеобразно проблема взаимоотношения леса и степи отражена в работах И.К. Пачоского [10]. Он, проводя наблюдения в южных степях Херсонской губернии, на заповедных участках в имении Ф.Э. Фальц-Фейна, развивает гипотезу о стадийном развитии растительного покрова (стадия пустынной растительности – степной – лесной), которая подтверждается им и при описании лесостепи. И.К. Пачоский считает, что в силу особенностей степного и растительного сообществ смена степи лесом есть процесс неизбежный. Допуская ошибочность своих утверждений, ученый тем не менее предлагает их для общего обсуждения, повышая интерес к возникшей дискуссии, тем самым способствуя разработке более правильных научных идей.

Не соглашаясь со многими взглядами на причины естественного безлесья степей, академик В.Р. Вильямс вместе с тем отмечает огромную значимость этих теорий в деле изучения степных ландшафтов: «Докучаев, Костычев, Измаильский, Коржинский, Пачоский, Танфильев, Келлер, Высоцкий – вот те богатыри, которые исколесили степную полосу, труженики, которые в течение более полувека плели канву далекого и близкого прошлого этой полосы в целях построения лучшего ее будущего. Пришел новый человек. Он возьмет труды этих ученых, разберется в них критически и все заслуживающее внимания, все ценное положит в основу своего дела» [5, с. 22].

Заключение

Анализ основных научных теорий о причинах естественного безлесья степной зоны XIX – начала XX века дает возможность сделать вывод, что ни одна из них, взятая в отдельности, не позволяет в полной мере раскрыть действительные причины этого явления. Наиболее оптимальной для решения данного вопроса является ландшафтоведческая теория, учитывающая влияние на безлесье степей всех элементов ландшафтного комплекса, которая получила наибольшее развитие в работах В.В. Алёхина [1], Е.М. Лавренко, Ф.Н. Милькова [8], А.Г. Исаченко, А.А. Чибилёва [12] и других ученых XX столетия.

Список литературы

1. Алёхин В.В. Центральные-черноземные степи. – Воронеж: Изд-во «Коммуна», 1934. – 96 с.
2. Бекетов А.Н. Климат Европейской России // Русский вестник. – 1859. – XIX, № 3, Кн. 4. – С. 375–403; 674–690.

3. Веселовский К.С. О климате России. – СПб., 1857. – С. 396.
4. Высоцкий Г.Н. Степи Европейской России // Полная энциклопедия русского сельского хозяйства и соприкасающихся с ним наук. – СПб., 1905. – Т. IX.: Солонцы – Теневосиливость древесных пород. – С. 397–443.
5. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – СПб., 1892. – 128 с.; М., 1953. – 84 с.
6. Краснов А.Н. Травяные степи северного полушария. – М., 1894. – 387 с.
7. Миддендорф А.Ф. Очерки Ферганской долины. – СПб., 1882. – 60 с.
8. Мильков Ф.Н. Природные зоны СССР. – М.: Мысль, 1977. – 293 с.
9. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской Империи. – СПб., 1809. – 657 с.
10. Пачоский И.К. Описание растительности Херсонской губернии. – Херсон, 1917. – Т. II. – 336 с.
11. Танфильев Г.И. Доисторические степи Европейской России // Землеведение. – 1896. – Т. 3. – С. 72–92.
12. Чибилёв А.А. Степи Северной Евразии (эколого-географический очерк и библиография). – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 192 с.
13. Чибилёв А.А., Грошева О.А. Наследие естествоиспытателей XVIII–XX веков – как основа развития степеведческих научных школ // Аридные экосистемы. – 2010. – № 4. – С. 49–58.
14. Эверсманн Э.А. Естественная история Оренбургского края. Ч. 1. – Оренбург, 1840. – 99 с.
15. Guldenstadt J.-A. Reisen durch Russland und im kaukasischen Gebirge. Herausgegeben von P.Pallas. T. 1, St. Petersburg, 1787.

References

1. Alekhin V.V. Central Chernozem steppe. Voronezh: publishing house of the «Commune», 1934. 96 p.
2. Beketov A.N. The climate of European Russia. *Russian journal*. 1859. XIX, no. 3, Vol. 4. pp. 375–403; 674–690.
3. Veselovsky K.S. About the climate of Russia. SPb., 1857. pp. 396.
4. Vysotsky G.N. Steppes of European Russia. The Complete encyclopedia of Russian agriculture and the contacting of Sciences. SPb., 1905. Vol. IX.: Salt – shade tolerance of tree species. pp. 397–443.
5. Dokuchaev V.V. Our steppes before and now. SPb., 1892. 128 p.; M., 1953. 84 p.
6. Krasnov A.N. Grass steppes of the Northern hemisphere. M., 1894. 387 p.
7. Middendorf A.E. The Essays Fergana valley. SPb., 1882. 60 p.
8. Milkov F.N. The Natural zones of the USSR. M.: Thought, 1977. 293 p.
9. Pallas P.S. Journey through various provinces of the Russian Empire. SPb., 1809. 657 p.
10. Pachoskiy I.K. Description of the vegetation of Kherson province. Kherson, 1917. Vol. II. 336 p.
11. Tanfilev G.I. The Prehistoric steppes of European Russia. *Geography*. 1896. Vol. 3. pp. 72–92.
12. Chibilyov A.A. Steppes of Northern Eurasia (ecological and geographical essay and bibliography). Yekaterinburg: Ural branch of the Russian Academy of Sciences, 1998. 192 p.
13. Chibilyov A.A., Grosheva O.A. The legacy of naturalists living in the 18–20th centuries – as the basis for development of steppe science schools. *Arid Ecosystems*. 2010. no. 4. pp. 49–58.
14. Eversmann E.A. Natural history of the Orenburg region. P. 1. Orenburg, 1840. 99 p.
15. Guldenstadt J.-A. Reisen durch Russland und im kaukasischen Gebirge. Herausgegeben von P. Pallas. Vol. 1. St. Petersburg, 1787.

Рецензенты:

Петрищев В.П., д.г.н., зав. лабораторией геоэкологии и ландшафтного планирования, ФГБУН «Институт степи» Уральского отделения Российской академии наук, г. Оренбург;
Левыкин С.В., д.г.н., зав. лабораторией агроэкологии и землеустройства, ФГБУН «Институт степи» Уральского отделения Российской академии наук, г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 28.10.2014.

УДК 634.743:631.8

ВКЛАД ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ БИОМЕТРИЧЕСКИХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ОБЛЕПИХИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОРФО-ЦЕОЛИТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Куприна М.Н.

*ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»,
Красноярск, e-mail: kuprina07@inbox.ru*

В статье представлены результаты исследований по изучению размножения облепихи сорта Превосходная методом одревесневшего черенкования при использовании гранулированных органо-минеральных удобрений на основе торфа, цеолитов и стандартных минеральных туков с целью получения стандартных саженцев в лесостепи Красноярского края. Показано действие торфо-цеолитных удобрений на окоренение одревесневших черенков, количество и длину побегов, количество и длину корней первого порядка ветвления, выход саженцев первого и второго товарного сорта. Установлено, что ризогенез изучаемой культуры на 94,7% зависит от условий вегетации. Торф + цеолит + 30% NPK в дозе 2 т/га способствуют формированию побегов в 2 раза длиннее, корней в 1,7 раза длиннее, чем на участке без удобрений, что приводит к формированию 64,5% саженцев первого товарного сорта, 29,8% – второго товарного сорта. Вклад фактора удобрений в формирование качественных показателей составляет 34,6–16%.

Ключевые слова: облепиха, одревесневшее черенкование, торфо-цеолитные удобрения, стандартные саженцы

FACTOR CONTRIBUTION INTO SEA BUCKTHORN PLANTING MATERIAL THE MAIN BIOMETRIC AND QUALITY INDICES FORMATION WITH PEAT-ZEOLITE FERTILIZERS USE

Kuprina M.N.

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Krasnoyarsk state
agrarian university», Krasnoyarsk, e-mail: kuprina07@inbox.ru*

This article contains the research results on the study of sea buckthorn («Prevoskhodnaya» kind) reproduction using lignified cuttings method, with granular organic-mineral fertilizers based on peat, zeolite and standard mineral fertilizers use with the purpose of standard saplings in Krasnoyarsk Territory forest steppe obtaining. The peat-zeolite fertilizers effects on lignified cuttings rooting, sprouts quantity and length, first order branching roots quantity and length, first and second marketable rate saplings appearance are shown. It is determined that the studied crops rooting is 94,7% dependant on vegetation conditions. Peat + zeolite + 30% NPK in 2t/h dose help to form sprouts 2 times longer, roots – 1,7 times longer than without fertilizers, which leads to 64,5% of first marketable rate saplings, 29,8% of second marketable rate saplings forming. Fertilizer factor contribution into quality indices formation is estimated as 34,6–16%.

Keywords: sea buckthorn, lignified cuttings, peat-zeolite fertilizers, standard saplings

В настоящее время в промышленных ягодных питомниках широко практикуется размножение культур одревесневшими черенками. Данный способ обеспечивает значительный выход посадочного материала с единицы площади, он требует сбалансированного минерального питания растений, так как доращивание саженцев происходит на месте их укоренения.

Для получения высококачественного посадочного материала требуется совершенствование технологии выращивания саженцев за счет внесения повышенных доз органических и минеральных удобрений [2, 8]. В современных условиях хозяйствования целесообразно ориентироваться на активное использование местных агрохимических ресурсов. Интерес к нетрадиционным удобрениям обусловлен дефицитом дешевых удобрительных ресурсов в нашем регионе [4].

Оптимизация способа одревесневшего черенкования с применением местного сырья, направленного на ризогенез черенков, обеспечивающая высокий вход качественного посадочного материала, актуальна.

Среди ягодных культур в лесостепи Красноярского края наиболее ценной по содержанию витаминов и других биологически активных веществ является облепиха [6].

Цель исследования – совершенствование технологии получения качественного посадочного материала облепихи методом одревесневшего черенкования с использованием местных агроресурсов и изучение вклада факторов в формирование основных биометрических и качественных показателей саженцев данной культуры.

Материалы и методы исследования

Эксперимент проводился в питомнике ФГУП «Красноярское» Россельхозакадемии в 2002–2006 го-

дах. Объекты исследования: культура – облепиха сорта Превосходная; новые гранулированные органико-минеральные удобрения (ОМУ) на основе цеолита, торфа и минеральных туков, разработанные ОАО «Сибирский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» в дозе 2 т/га. В состав мелиорантов входит торф Тигрицкого месторождения, расположенного в Минусинском районе Красноярского края, цеолиты Сахаптинского месторождения, расположенного в Назаровском районе Красноярского края и стандартные минеральные туки. Одревесневшие черенки высаживали в 2002, 2004 и 2006 гг. по общепринятой методике [7]. Срок высадки черенков первая декада мая, участок без орошения, схема посадки 45×8. Саженцы выращивали 1 год. Окоренения черенков, снятие биометрических параметров количественных признаков проводили при выкопке саженцев 25 сентября. Учет стандартной и нестандартной продукции проводили в соответствии с ОСТ 10130-88 [8].

Результаты исследования и их обсуждения

Облепиха относится к растениям с узким диапазоном устойчивости к абиотическим условиям среды [4]. Ризогенная активность одревесневших черенков данной культуры по годам исследований различна (табл. 1). Максимальный показатель отмечен в 2002 году на вариантах торф + цеолит + 20% NPK – 87,1% и торф + цеолит + 30% NPK – 86,6%, что на 11,3 – 10,8% превышает контрольный показатель, при $HCP_{05} = 10,7$ данные различия существенны. В начале вегетационного периода 2002 года установилась умеренно теплая погода с достаточным количеством осадков, что способствовало высокой степени окоренения одревесневших черенков облепихи.

Таблица 1

Окореняемость облепихи, %

Вариант	2002 г.	2004 г.	2006 г.	Среднее за 3 года
1. Контроль	75,8	50,4	29,7	51,9
2. Торф + цеолит	86,2	52,8	22,7	53,9
3. Торф + цеолит + 10% NPK	82,9	47,1	22,8	50,9
4. Торф + цеолит + 20% NPK	87,1	48,0	22,8	52,6
5. Торф + цеолит + 30% NPK	86,6	53,6	32,1	57,4
HCP_{05}	10,7	16,3	8,0	

В последующие годы отмечено снижение ризогенеза черенков, обусловленное погодными условиями. В мае 2004 г. среднесуточная температура воздуха была выше среднесуточных на 3 °С, температура поверхности почвы в отдельные дни составляла 52 °С, наблюдался дефицит влаги. Агроэкологические условия 2006 г были сходны с предыдущим годом исследований. Пищевой режим на фоне недостатка влаги в начале вегетации и при высоких средних температурах пахотного слоя почвы не оказал существенного влияния на ризогенную активность, которая находится в пределах 47–54% в 2004 г. и 22,7–32,1% в 2006 г. Вариабельность признака незначительная. Облепиха не выносит резких колебаний температуры воздуха, что является губительным для корневых зачатков.

В среднем за три года исследований ризогенная активность облепихи на варианте торф + цеолит + 30% NPK была на 5,5% выше, чем на контроле, и составила 57,4%.

Полученные данные показывают, что в сложившихся благоприятных агроклиматических условиях, наблюдавшихся в 2002 г., торфо-цеолитные удобрения, обогащенные 20 и 30% NPK, оказали положительный эффект на ризогенную активность одревесневших черенков облепихи. В слож-

ных погодных условиях ризогенез изучаемой культуры не зависит от внесения агро-мелиорантов.

Оптимизация условий минерального питания призвана обеспечить максимальный рост саженцев [2, 8].

За период исследований на саженцах сформировалось по 2–3 побега, изучаемые удобрения существенно не повлияли на изменения данного показателя (табл. 2). При высадке черенков для окоренения на отрезке стебля выше поверхности почвы, как правило, остается 2–3 почки, если они сохранят жизнеспособность, то из них, соответственно, образуется 2–3 побега. В 2006 году количество побегов несколько снижено – 1,2–2,0 шт., что вызвано повышенными температурами воздуха в начале вегетационного периода, данные условия оказались негативными для зачатков побегов.

За весь период исследований самые короткие побеги сформировались на контрольных растениях. Торфо-цеолитные удобрения оказали достоверно положительное влияние на интенсивность роста длины побегов. В 2002 г. существенный прирост длины побегов наблюдался на делянках с торф + цеолит + 30% NPK – 34,5 см, что превышает контроль на 16,9 см. Условия вегетации 2004 и 2006 гг. оказались более

благоприятными для роста и развития растений. В период интенсивного роста в 2004 и 2006 гг. температура воздуха и количество осадков превышали среднемноголетние показатели, что соответствовало требованиям культуры. Растения активно поглощали эле-

менты питания, что способствовало интенсивному росту ягодной культуры. В 2004 г добавление 10% NPK увеличило длину побегов на 19,7 см, 30% NPK на 34,3 см по отношению к контролю, в 2006 г. на 10,2 см и 60,8 см соответственно.

Таблица 2

Формирование побегов облепихи, 2002, 2004, 2006 гг.

Вариант	2002	2004	2006	Среднее за 3 года
Среднее количество побегов, шт				
1. Контроль	2,7	2,6	1,2	2,2
2. Торф + цеолит	2,8	3,0	1,6	2,5
3. Торф + цеолит + 10% NPK	2,6	3,0	1,4	2,3
4. Торф + цеолит + 20% NPK	2,5	2,9	1,8	2,4
5. Торф + цеолит + 30% NPK	2,4	2,8	2,0	2,4
НСР ₀₅	0,7	0,7	1,0	
Средняя длина 1 побега, см				
1. Контроль	17,6	58,8	61,8	46,1
2. Торф + цеолит	22,6	67,4	101,3	63,7
3. Торф + цеолит + 10% NPK	26,4	78,5	72,4	59,1
4. Торф + цеолит + 20% NPK	24,8	86,9	97,5	69,7
5. Торф + цеолит + 30% NPK	34,5	93,1	122,6	83,4
НСР ₀₅	9,7	7,9	13,6	

В среднем за три года наблюдений побеги облепихи на участке без удобрений имели длину 46,1 см, внесение в почву торфо-цеолитных удобрений положительно повлияло на рост побегов, максимальный эффект выражен на варианте торф + цеолит + 30% NPK, что способствовало увеличению данного показателя в 2 раза.

Изучение формирования корневой системы саженцев облепихи при использо-

вании агромелиорантов необходимо для оценки общего состояния посадочного материала.

Внесение в почву торфо-цеолитных гранул при посадке одревесневших черенков облепихи не оказало существенного влияния на количество корней первого порядка (табл. 3), за исключением 2002 г., на варианте с торф + цеолит + 20% NPK отмечалось достоверное увеличение корней первого порядка ветвления до 9,5 шт.

Таблица 3

Формирование корневой системы облепихи, 2002, 2004, 2006 гг.

Вариант	2002	2004	2006	Среднее за 3 года
Среднее количество корней первого порядка, шт				
1. Контроль	5,8	7,5	4,4	5,9
2. Торф + цеолит	6,9	7,4	5,3	6,5
3. Торф + цеолит + 10% NPK	6,5	8,8	4,7	6,7
4. Торф + цеолит + 20% NPK	9,5	9,6	4,7	7,9
5. Торф + цеолит + 30% NPK	7,2	9,8	3,3	6,8
НСР ₀₅	2,0	3,7	2,3	
Средняя длина 1 корня, см				
1. Контроль	7,5	27,5	21,2	18,7
2. Торф + цеолит	8,0	32,8	30,4	23,7
3. Торф + цеолит + 10% NPK	9,3	40,6	36,0	28,6
4. Торф + цеолит + 20% NPK	6,0	43,5	47,5	32,3
5. Торф + цеолит + 30% NPK	9,9	45,1	40,8	31,9
НСР ₀₅	1,6	5,6	10,4	

Добавление минеральных туков к торфо-цеолиту способствовало формированию более длинных корней по годам исследований. На делянках с торф + цеолит + 30% NPK саженцы имели корни средней длины 9,9; 45,1; 40,8 см соответственно. Условия вегетации 2004, 2006 гг. способствовали более интенсивному росту корней, их длина в 4 раза превышает длину корней саженцев 2002 года выкопки.

За три года исследований определено, что саженцы облепихи имели в среднем 5,9–7,9 шт. корней первого порядка ветвления. Длина одного корня варьировала в зависимости от дозы NPK в торфо-цеолите, наиболее длинные корни отмечены на вариантах торф + цеолит + 20% NPK – 31,9 см и торф + цеолит + 30% NPK – 31,9 см.

Исследуемые удобрения существенно повысили качество посадочного материала исследуемой культуры (табл. 4). В 2002 г. на контрольном варианте не было получено саженцев первого товарного сорта. В основном (79,6%) они не соответствовали стандарту. При внесении в почву торф + цеолит + 30% NPK саженцы первого и второго сорта составили 34,4 и 48,7% соответственно. Полученная закономерность повторяется по годам. В 2004 г. добавление в почву торф + цеолит + 30% NPK способствовало формированию 87% растений облепихи первого сорта и 13% второго, в 2006 г. 72,2 и 27,8% соответственно.

Выход посадочного материала облепихи в среднем за три года исследований отображен на рис. 1.

Таблица 4

Качество саженцев облепихи 2002, 2004, 2006 гг, %

Вариант	2002			2004			2006		
	1 сорт	2 сорт	нестандарт	1 сорт	2 сорт	нестандарт	1 сорт	2 сорт	нестандарт
1. Контроль	–	20,3	79,7	38,4	37,0	24,6	–	46,7	53,3
2. Торф + цеолит	7,3	34,4	58,3	52,0	26,6	21,4	33,3	33,4	33,3
3. Торф + цеолит + 10% NPK	18,1	26,4	55,5	73,8	18,5	7,7	44,4	44,5	11,1
4. Торф + цеолит + 20% NPK	18,1	26,9	54,9	76,5	20,0	3,5	55,6	44,4	–
5. Торф + цеолит + 30% NPK	34,4	48,7	16,9	87,0	13,0	–	72,2	27,8	–
НСР ₀₅	18,5	20,2	28,6	8,6	9,0	7,5	11,5	15,1	12,5

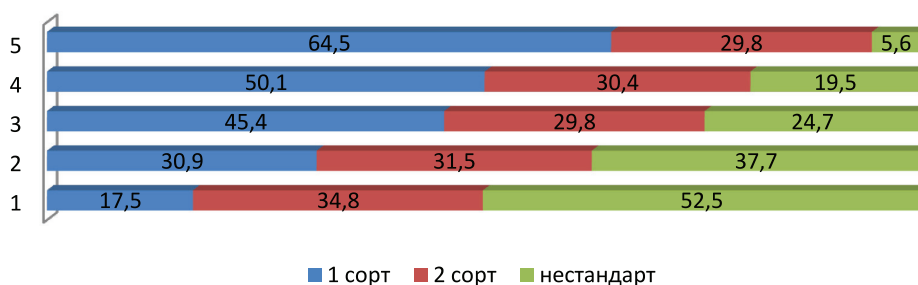


Рис. 1. Выход стандартных саженцев, среднее за 2002, 2004, 2006 гг, %.

Условные обозначения:

1 – контроль; 2 – торф + цеолит; 3 – торф + цеолит + 10% NPK;
4 – торф + цеолит + 20% NPK; 5 – торф + цеолит + 30% NPK

По среднемноголетним данным на участке без удобрений получено 17,5% растений первого товарного сорта, 34,8% второго, 52,6% нестандартной продукции. Внесение торфо-цеолита в чистом виде способствовало формированию 30,8% растений 1-го сорта, 31,5% 2-го сорта, 37,7% несоответствующих стандарту. Добавление к торфу 30% NPK привело к увеличению

саженцев первого товарного сорта на 47%, уменьшению второго сорта на 5%, снижению нестандартной продукции на 46,9% по отношению к контролю.

В работе была проведена оценка вклада факторов в формирование основных количественных и качественных признаков посадочного материала облепихи в условиях Красноярской лесостепи (рис. 2).

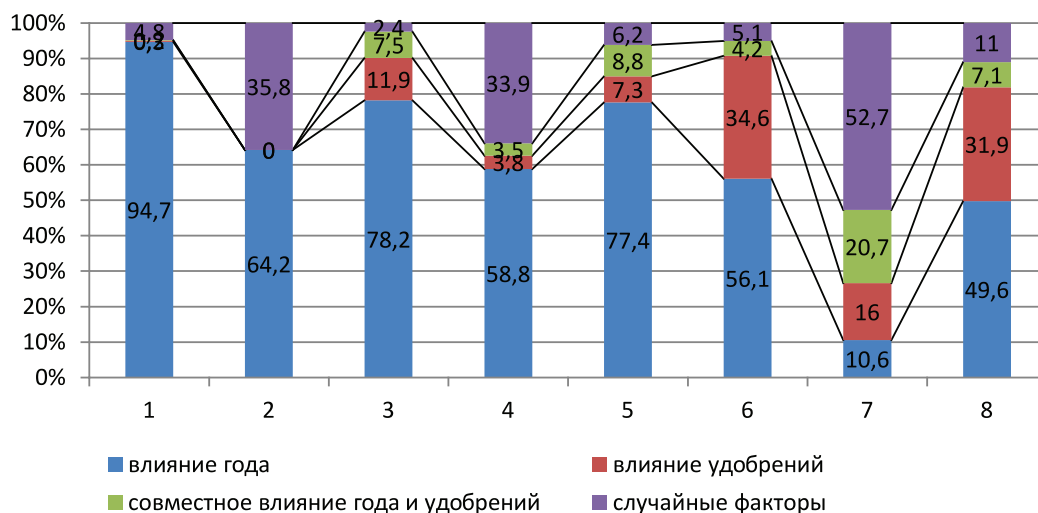


Рис. 2. Вклад изучаемых факторов в формирование основных количественных и качественных признаков посадочного материала облепихи, 2002, 2004, 2006 гг., %.

Условные обозначения:

- 1 – ризогенез; 2 – количество побегов; 3 – средняя длина 1 побега;
 4 – количество корней первого порядка; 5 – средняя длина 1 корня;
 6 – 1 товарный сорт; 7 – 2 товарный сорт; 8 – нестандарт

По среднесуточным данным в период 2002–2006 гг. изучаемые удобрения не оказали влияния на ризогенную активность одревесневших черенков облепихи. Действие удобрений на ризогенную активность черенков зафиксировано только при благоприятных условиях в 2002 г. Окоренение находилось в прямой зависимости от условий вегетации. Вклад фактора условий года составил 94,7% [1].

На формирование основных биометрических признаков саженцев: количество побегов, средняя длина одного побега, количество корней первого порядка, средняя длина одного корня – доля влияния условий вегетации также имела большое значение 58,8–78,2%. Вклад фактора пищевого режима на формирование количества побегов и количества корней практически не отмечался, данные признаки зависели от случайных, неизученных факторов (35,8–33,9%). Действие удобрений на среднюю длину одного побега составило 11,9%, среднюю длину одного корня – 7,3%, также наблюдается совместное влияние условий года и удобрений 7,5–8,8%.

Вклад фактора удобрений в формирование качественных показателей посадочного материала облепихи составил 34,6% для растений 1-го сорта, 16% для 2-го. Полученная доля влияния данного фактора для условий Красноярской лесостепи значительна. Доля влияния удобрений на

уменьшение выхода нестандартной продукции равна 31,9%.

Выводы

Полученные данные показали, что в лесостепной зоне Красноярского края с высокой степенью влияния на основные и качественные признаки облепихи для получения стандартных саженцев следует использовать торфо-цеолитные удобрения, обогащенные 30% NPK, в дозе 2 т/га. Выход саженцев первого товарного сорта составляет 64,5%, второго – 29,8%. Вклад фактора удобрений в данный показатель составляет 34,6–16%.

Список литературы

1. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Исачкин А.В., Воробьев О.Н., Алладина О.Н. Сортовой каталог ягодных культур. – М.: Астрель АТС, 2003. – С. 82–84, 131–152, 184–185.
3. Куприна М.Н. Использование торфо-цеолитных удобрений в ягодном питомнике // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 1. – С. 153–160.
4. Мукина Л.Р. Перспективы получения удобрений нового поколения на основе агроруд Сибири // Роль минерально-сырьевой базы в устойчивом функционировании плодородия почв: матер. Всероссийск. науч. – практич. конф. – Красноярск, 2001. – С. 8–14.
5. Пантелеева Е.И. Размножение облепихи одревесневшими черенками // Актуальные задачи селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений на современном этапе: РАСХН Сиб. отд. СибНИИРС НГАУ. – Новосибирск, 2005. – С. 455–459.

6. Плеханова М.П. Облепиха // Настольная книга садовода. – СПб., 2000. – С. 250–268.

7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [под ред. Седова Е.Н., Огольцевой П.П]. – Орел, 1999. – С. 59–68.

8. Сычева И.И. Эффективность приемов подготовки почвы и внесения минеральных удобрений при выращивании саженцев плодово-декоративных культур в условиях ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук. – Орел, 2014. – 141 с.

References

1. Doskhov V.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of a field experiment]. М.: Agropromizdat, 1985. 351 p.

2. Isachkin A.V., Vorobev O.N., Alladina O.N. *Sortovoy catalog uagodnykh kultur Rossii* [High-quality catalog of berry cultures of Russia]. М.: Astrel ATS, 2003. pp. 131–152.

3. Kuprina M.N. *Vestnik KrasGAU*. 2007. no. 1. pp. 153–160.

4. Mykina L.R. *Perspektivy polucheniya ydobreniy novogo pokoleniya na osnove agrorud Sibiri* [Prospects of receiving fertilizers of new generation on the basis of agricultural ores of Siberia] *Matyialy Vserossiyskoy nauch.praktich.konf «Rol mineralno-syrevoy bazy v ustoychivom funktsyanirovanii pochv»* [Materials of the All-Russian scientific and practical conference «Mineral resources role in steady functioning of fertility of soils»] Krasnoyarsk, 2001. pp. 8–14.

5. Panteleeva E.I. *Razmnozhenie oblepikhi odresnevshimi cherenkami* [Manifolding of a sea-buckthorn lignified cuttings shanks] *Aktualnye zadachi seleksii i semenovodstva na*

sovremennoy etape [Aktualny problems of selection and seed farming of agricultural plants at the present stage: RAAS Sib-SRIPG NAU]. Novosibirsk, 2005. pp. 455–459.

6. Plekhanova M.P. *Oblepikha* [Sea-buchthorn] *nastolnaya kniga sadovoda* [reference book of the gardener]. SPb., 2000. pp. 250–268.

7. Sedova E.N., Ogoltseva P.P. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orikhoplodnykh kultur* [Program and technique of studying of grades fruit, berry and nut bearing cultures]. Orel, 1999. pp. 59–68.

8. Sycheva I.I. *Effektivnost priemov podgotovki pochvy i vnesheniya mineralnykh udobreniy pri vyrashchivani plodovo-dekorativnykh kultur v usloviyakh TSCHR: diss. ... kand. s. – kh. nauk* [Effectiveness of preparation of the soil and importation of mineral fertilizers at cultivation of saplings of fruit and decorative cultures in the conditions of the CCHR: diss.] Orel, 2014. 141 p.

Рецензенты:

Халипский А.Н., д.с.-х.н., доцент, зав. кафедрой растениеводства и плодощеводства, ФГБОУ ВПО КрасГАУ, г. Красноярск;

Романов В.Н., д.с.-х.н., заведующий лабораторией земледелия, ГНУ Красноярский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 634.965.2:634.93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ВЯЗА В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

Морозова Е.В., Иозус А.П.

Камышинский технологический институт (филиал) ГОУ «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: phis@kti.ru

В степной зоне сосредоточен основной объем агролесомелиоративных работ в нашей стране. Одним из основных лимитирующих климатических факторов для роста и развития растений в степной зоне является теплообеспеченность. В статье рассматривается влияние теплообеспеченности на рост и развитие сеянцев вяза в лесных питомниках степной зоны. Для установления закономерности влияния теплообеспеченности на развитие сеянцев вяза были использованы методы регрессионного анализа. В результате обработки опытных данных установлено, что зависимость между теплообеспеченностью и развитием сеянцев вяза лучше всего описывается уравнениями показательного (экспоненциального) типа, а зависимость между теплообеспеченностью и высотой сеянцев вяза лучше всего описывается линейными уравнениями. На основе уравнений этих типов построены уравнения зависимости роста и развития сеянцев вяза от теплообеспеченности. Полученные результаты могут служить основой для научного обоснования выхода посадочного материала в питомниках в зависимости от географического положения мест выращивания.

Ключевые слова: сеянцы, вяз, регрессионный анализ, теплообеспеченность, рост, развитие, питомник

THE USE OF THE REGRESSION ANALYSIS TO STUDY THE IMPACT OF SOLAR HEAT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ELM'S SEEDLINGS IN FOREST NURSERIES

Morozova E.V., Iozus A.P.

Reader of Kamyshin Technological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyschin, e-mail: phis@kti.ru

In the steppe zone is concentrated the bulk of works on agroforestry in our country. The solar heat is one of the main limiting climatic factors for the growth and development of plants in the steppe zone. The article examines the impact of the thermal conditions on growth and development of the elm's seedlings in forest nurseries of steppe zone. The methods of regression analysis were used to establish regularities of influence of solar heat on elm's seedlings. As a result of handling empirical data found that the relationship between the availability heat and the development of elm's seedlings is best described by equations exponential type, and the correlation between heat availability and height of elm's seedlings is best described by linear equations. The equations of the depending growth and development of elm's seedlings from solar heat is drawn up on the basis of equations of these types. The results can serve as a basis for the scientific substantiation of the yield of planting material in nurseries, depending on the geographical location of places of cultivation.

Keywords: seedlings, elm, regression analysis, solar heat, growth, development, nursery

Необходимыми условиями жизни растений являются питательные вещества, влага, газовый состав и влажность воздуха, свет и тепло. Для сеянцев древесных пород, выращиваемых в лесных питомниках, наукой и практикой [1, 3, 4] установлены оптимальные параметры большинства этих факторов, которые удовлетворяются за счет местных естественных климатических ресурсов и применения специальной агротехники.

В современных орошаемых питомниках в любых географических пунктах питательный, водный и газовый режимы являются относительно легко регулируемые земными факторами, ни одно из этих условий жизни сеянцев не может объективно лимитировать продуктивность лесных питомников в разных географических пунктах выращивания.

Труднее поддаются регулированию космические условия роста растений – свет,

тепло и относительная влажность приземного слоя. К.А. Тимирязев [6] указывал: «...предел плодородия данной площади земли определяется не количеством удобрения, которое мы могли бы ей доставить, не количеством влаги, которую мы ее оросим, а количеством световой энергии, которую посылает на данную поверхность Солнце».

От количества световой энергии, как известно, зависят теплообеспеченность и, в большой степени, относительная влажность воздуха приземного слоя почвы, которые определяют возможный предел продуктивности питомников в географическом аспекте.

Рассмотрим влияние этих факторов на продуктивность лесных питомников в степной зоне, в которой сосредоточен основной объем агролесомелиоративных работ в нашей стране.

Степная зона России простирается длинной, сравнительно узкой полосой от

западной границы до предгорий Алтая на востоке, в связи с этим изменения основных составляющих климата: радиационный баланс, сумма активных температур, длина вегетационного периода – более контрастно выражены в направлении с запада на восток, чем с севера на юг. Фотосинтетически активной радиации в пределах степи достаточно для развития полевых культур. Таким образом, основными лимитирующими факторами для роста растений в степной зоне являются сумма радиации, тепло и относительная влажность воздуха.

Имеющиеся литературные данные [1, 3, 4] показали, что сеянцам каждой породы, независимо от мест выращивания для прохождения биологических циклов роста и развития за вегетационный период, нужна определенная, биологически потребная сумма температур, складывающаяся из средне-суточных температур больше +10°C за период от начала появления всходов до закладки верхушечной почки. Для однолетних сеянцев сосны она ориентировочно равна 3000–3100°, вяза обыкновенного – 2900–3000°, березы – 2600–2700°, ясеня зеленого – 1600–1700° и т.д. Из этого следует, что биологические возможности сеянцев древесных пород могут быть полностью использованы с получением максимальной массы в географических районах, достаточно обеспеченных тепловыми ресурсами. Там же, где теплообеспеченность местности ниже биологической потребности, однолетние сеянцы древесных пород преждевременно закладывают верхушечные почки и заканчивают рост, не достигая биологически возможной величины. В таких районах обосновано применение теплиц с полиэтиленовым покрытием для искусственного удлинения вегетационного периода.

В задачу исследований входило изучение зависимости роста сеянцев вяза от теплообеспеченности мест выращивания.

Для этой цели был проведен посев семян вяза приземистого в двух географических пунктах степной зоны – в Шахматовском опытно-производственном лесопитомнике Оренбургской области и питомнике ВНИАЛМИ (г. Камышин).

Обыкновенные черноземы Шахматовского питомника имеют легкий механический состав, содержат 4–5% гумуса. Средняя многолетняя температура воздуха составляет 5°C, среднемноголетнее количество осадков в год – 315 мм, относительная влажность воздуха за вегетационный период (май – октябрь) – 61%, сумма температур выше 10°C – около 2500°, радиационный баланс – 43,7 ккал/см² в год.

Опытный питомник ВНИАЛМИ представляет собой искусственно построенный участок для выращивания сеянцев в бетонированных грядах, заполненных плодородным растительным грунтом светло-каштанового типа легкого механического состава, содержащим около 3% гумуса. Среднемноголетняя температура воздуха составляет +7,6°C, количество осадков – 318 мм, относительная влажность воздуха за период вегетации (май – октябрь) – 52%, сумма температур выше +10°C – около 3300°, радиационный баланс – 50,1 ккал/см² в год.

Агротехника выращивания сеянцев вяза в обоих пунктах не имела отличий. Она включала посев одной партией семян с одинаковой нормой, схемой и нагрузкой сеянцев на единицу площади, подкормку и полив в объеме рекомендуемого оптимума.

На опытных участках ежемесячно определяли сухую массу и высоту сеянцев. Биометрические исследования сопровождались анализом температур за период выращивания (табл. 1).

Таблица 1

Сухая масса и высота сеянцев вяза приземистого в сезонном цикле в зависимости от теплообеспеченности пунктов выращивания

Месяц	с. Шахматовка			г. Камышин		
	Сумма температур выше 10°C	Сухая масса 10 сеянцев, г	Высота, см	Сумма температур выше 10°C	Сухая масса 10 сеянцев, г	Высота, см
V	390	0,1	1,4	446	3,1	4,2
VI	853	1,6	6,9	953	9,0	12,2
VII	1450	4,4	11,2	1625	14,7	24,5
VIII	1991	11,4	20,2	2282	26,0	32,2
IX	2310	23,4	24,2	2757	32,2	36,8
Среднее	1399	8,18		1691	17	

Для установления зависимости высоты и сухой массы сеянцев вяза приземистого от теплообеспеченности рассмотрели ос-

новные виды уравнений парной регрессии: линейное, экспоненциальное и логарифмическое (табл. 2). Для каждого варианта

опыта коэффициенты для уравнений зависимости массы и высоты семян от фактической теплообеспеченности вычислили методом наименьших квадратов [2, 5].

Таблица 2

Уравнения зависимости динамики роста и развития семян вяза приземистого от суммы температур выше +10°C (Т)

Показатель (у)	Вид уравнения регрессии	с. Шахматовка		г. Камышин	
		Уравнение	Коэффициент детерминации R ²	Уравнение	Коэффициент детерминации R ²
Сухая масса, г.	линейное	$y = 0,0109T - 7,1135$	0,8187	$y = 0,0126T - 3,3659$	0,9866
	логарифмическое	$y = 10,585 \ln T - 66,629$	0,6443	$y = 15,378 \ln T - 93,746$	0,8922
	экспоненциальное	$y = 0,0768e^{0,0026T}$	0,9215	$y = 2,7134e^{0,001T}$	0,9375
Высота, см	линейное	$y = 0,0118T - 3,6801$	0,983	$y = 0,0144T - 1,1729$	0,9871
	логарифмическое	$y = 12,265 \ln T - 73,899$	0,8966	$y = 18,229 \ln T - 109,3$	0,9704
	экспоненциальное	$y = 0,0768e^{0,0026T}$	0,9215	$y = 4,0798e^{0,0009T}$	0,8806

В результате обработки опытных данных установлено, что зависимость прироста сухой массы вяза от теплообеспеченности мест выращивания лучше всего (с достоверностью аппроксимации $R > 0,96$) описывается уравнением экспоненциального типа (табл. 2, рис. 1)

$$y = A \cdot e^{kT}, \quad (1)$$

где y – масса семян; A – свободный член; k – коэффициент; T – сумма температур больше +10°C за период выращивания.

Зависимость же высоты семян вяза от теплообеспеченности мест выращивания лучше всего (с достоверностью аппроксимации $R > 0,99$) описывается уравнением линейного типа (табл. 2, рис. 2)

$$y = kT + b, \quad (2)$$

где y – высота семян; b – свободный член; k – коэффициент; T – сумма температур больше +10°C за период выращивания.

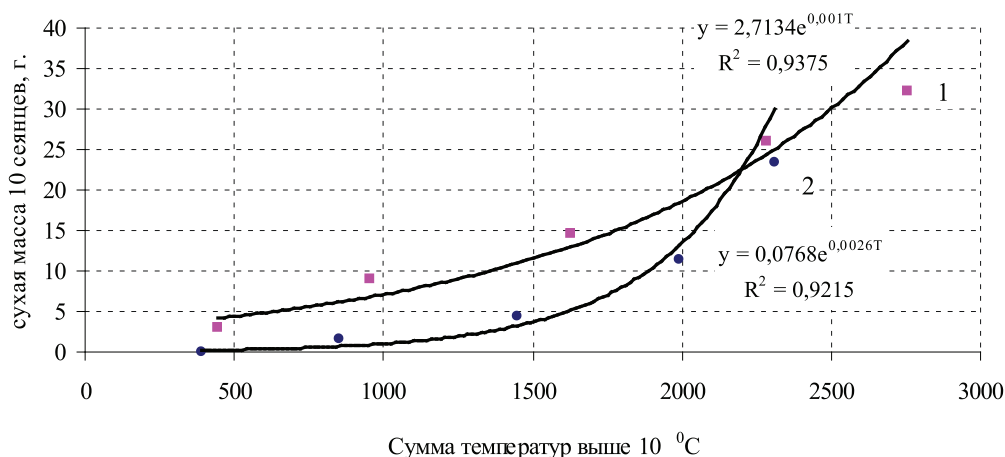


Рис. 1. Диаграмма рассеяния и уравнение регрессии (с коэффициентом детерминации R^2), описывающее зависимость сухой массы семян вяза от теплообеспеченности: 1 – г. Камышин; 2 – с. Шахматовка

Расчеты подтверждают тесную корреляционную связь роста сухой массы и высоты семян вяза от температуры (корреляционное отношение 0,96–1,0).

Исследованиями установлено, что выход стандартных семян при одной

и той же массе их на единице площади находится в большой зависимости от густоты растений, т.е. величины площади питания. Для вяза, например, 75% стандартного посадочного материала можно получить при густоте 600 шт. на 1 га пи-

томника. При такой густоте посадки построенные уравнения регрессии должны

быть справедливы для орошаемых лесных питомников.

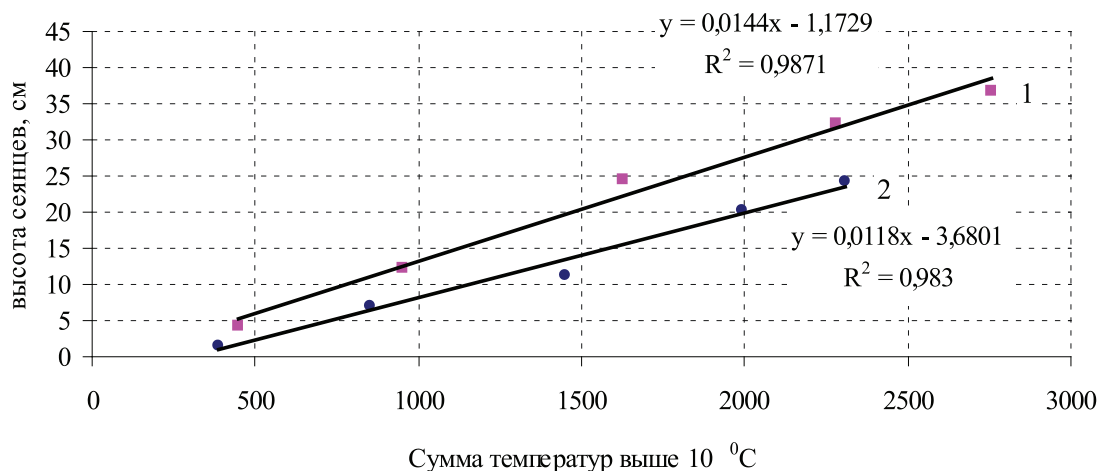


Рис. 2. Диаграмма рассеяния и уравнение регрессии (с коэффициентом детерминации R^2), описывающее зависимость роста сеянцев вяза от теплообеспеченности: 1 – г. Камышин, 2 – с. Шахматовка

Выводы

При высокой агротехнике выращивания сеянцев в открытом грунте одним из основных факторов, лимитирующих продуктивность питомников в различных географических районах, является сумма активных температур.

Установленные математические связи прироста органической массы сеянцев вяза от теплообеспеченности позволили построить уравнения выхода посадочного материала в зависимости от суммы активных температур.

Полученные результаты могут служить основой для научного обоснования выхода посадочного материала в питомниках в зависимости от географического положения мест выращивания.

Список литературы

1. Байтулин И.О. Создание лесного питомника и технология выращивания посадочного материала. – Костанай: Костанайполиграфия, 2009. – 48 с.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 366 с.
3. Маттис Г.Я. Интенсификация выращивания посадочного материала для защитного лесоразведения. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 144 с.
4. Новосельцева А.И., Смирнов Н.А. Справочник по лесным питомникам. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 280 с.

5. Стрижов В.В., Крымова Е.А. Методы выбора регрессионных моделей. – М.: ВЦ РАН, 2010. 60 с.

6. Тимирязев К.А. Избранные сочинения по хлорофиллу и усвоению света растением. М.: Издательство Академии наук СССР, 1948. 360 с.

References

1. Bajtulin I.O. Sozdanie lesnogo pitomnika i tehnologija vyrashhivaniya posadochnogo materiala. Kostanaj: Kostanajpoligrafija, 2009. 48 p.
2. Drejper N., Smit G. Prikladnoj regressionnyj analiz. M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2007. 366 p.
3. Mattis G.Ja. Intensifikacija vyrashhivaniya posadochnogo materiala dlja zashhitnogo lesorazvedeniya. M.: Lesnaja promyshlennost', 1976. 144 p.
4. Novosel'ceva A.I., Smirnov N.A. Spravochnik po lesnym pitomnikom. M.: Lesnaja promyshlennost', 1983. 280 p.
5. Strizhov V.V., Krymova E.A. Metody vybora regressionnyh modelej. M.: VC RAN, 2010. 60 s.
6. Timirjazev K.A. Izbrannye sochinenija po hlorofillu i usvoeniju sveta rasteniem. M.: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1948. 360 p.

Рецензенты:

Васильев Ю.И., д.с.-х.н., профессор, главный научный сотрудник Всероссийского НИИ агролесомелиорации Российской академии наук, г. Волгоград;

Рулев А.С., д.с.-х.н., заместитель директора по науке Всероссийского НИИ агролесомелиорации Российской академии наук, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 615.281.8:547.854

**СИНТЕЗ И ANTI-BГC АКТИВНОСТЬ НОВЫХ
1-[4-(ФЕНОКСИ)БЕНЗИЛ]- ПРОИЗВОДНЫХ 5-ФЕНИЛАМИНОУРАЦИЛА****Гуреева Е.С., Бабков Д.А., Озеров А.А., Новиков М.С.***ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет»,
Волгоград, e-mail: gureeva.es@mail.ru*

Вирус гепатита С (ВГС) является одной из основных глобальных проблем общественного здравоохранения. В настоящее время по приведенным в литературе оценкам около 3% мирового населения (180 млн человек) инфицировано ВГС. У 3–10% инфицированных в течение примерно 20 лет развивается цирроз печени с возможным последующим развитием гепатоцеллюлярной карциномы. Высокая генетическая изменчивость вируса гепатита С в сочетании с лекарственной устойчивостью вируса и развитием побочных эффектов современной терапии требуют создания новых высокоактивных агентов. С целью синтеза соединений, обладающих высокой anti-BГC активностью, нами была осуществлена конденсация 2,4-бис(триметилсилилокси)-5-(фениламино)пиримидина, полученного путем силилирования 5-(фениламино)урацила, с 4-(фенокси)бензилбромидами, содержащих различные заместители, в растворе 1,2-дихлорэтана при кипячении в течение 30 ч были синтезированы 1-[4-(фенокси)бензил]-5-(фениламино)урацилы, содержащие заместители в феноксибензильном фрагменте. Выход целевых соединений составил 62–78%. Изучены физико-химические и спектральные характеристики полученных веществ, а также активность в отношении ВГС в культуре клеток Huh 7.5.

Ключевые слова: производные урацила, синтез, N-алкилирование, anti-BГC агенты

**SYNTHESIS AND ANTI-HCV ACTIVITY OF NOVEL
1-[4-(PHENOXY)BENZYL]- DERIVATIVES OF 5-PHENYLAMINOURACIL****Gureeva E.S., Babkov D.A., Ozerov A.A., Novikov M.S.***Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: gureeva.es@mail.ru*

Hepatitis C virus (HCV) is a major global public health problem. Currently, the available literature is estimated that about 3% of the world's population (180 million people) are infected with HCV. In 3–10% of those infected for about 20 years will develop cirrhosis with possible subsequent development of hepatocellular carcinoma. High genetic variability of the hepatitis C virus, in combination with the drug-resistant virus and the development of side effects of modern therapy require the creation of new highly active agents. With the purpose of synthesizing compounds having high anti-HCV activity was carried out by us condensation of 2,4-bis-(trimethylsilyloxy)-5-(phenylamino)-pyrimidine obtained by silylation 5-(phenylamino)uracil with 4-(phenoxy)benzylbromides containing various substituents in the solution of 1,2-dichloroethane at reflux for 30 hours were synthesized 1-[4-(phenoxy)-benzyl]-5-(phenylamino)uracils containing substituents in the phenoxybenzyl fragment. The yield of the target compounds was 62–78%. Physicochemical properties and spectral characteristics of novel compounds were studied, as well as activity against HCV in Huh 7,5 cell culture.

Keywords: uracil derivatives, synthesis, N-alkylation, anti-HCV agents

Инфекция вируса гепатита С (ВГС) является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний: около 180 млн человек во всем мире инфицированы ВГС [7]. У 3–10% инфицированных в течение примерно 20 лет развивается цирроз печени с возможным последующим развитием гепатоцеллюлярной карциномы [16]. Кроме того, с данным вирусом ассоциировано большое количество проявлений, непосредственно не связанных с печенью и затрагивающих кровь (напр., криоглобулинемия) [12], почки (напр., гломерулонефрит) [15] и т.п. В настоящее время инфекция является ведущей причиной смерти от заболеваний печени и наиболее распространенным показанием к трансплантации печени [9].

Гепатит С поддается лечению. До 2011 года стандартной терапией инфекции ВГС являлась комбинация пегелированного интерферона α и рибавирина, с продол-

жительностью терапии от 24 недель для генотипов 2 и 3 (с 70–80% устойчивого вирусологического ответа) до 48 недель для генотипа 1 (с 40–50% устойчивого вирусологического ответа). Данная схема сопряжена с различными побочными эффектами, в том числе гриппоподобными симптомами, депрессией, сыпью и цитопенией [6]. В 2011 году лечение было значительно расширенным с введением двух новых ВГС NS3/4A ингибиторов протеазы, теллапревира и боцепревира. Данные препараты явились первыми агентами прямого действия, направленные на подавление репликации ВГС. Их комбинация с пегелированным интерфероном α и рибавирином показала улучшенный вирусингибиторный эффект и сокращение продолжительности лечения. Тем не менее, они ограничены в лечении пациентов с генотипом 1 [5] и сопровождаются дополнительными побочными эффек-

тами, особенно у больных с выраженным фиброзом печени [2], что требовало медицинского наблюдения [10, 19, 20]. Помимо

этого при клиническом применении этих препаратов отмечалось быстрое появление резистентных к ним вариантов ВГС [21].

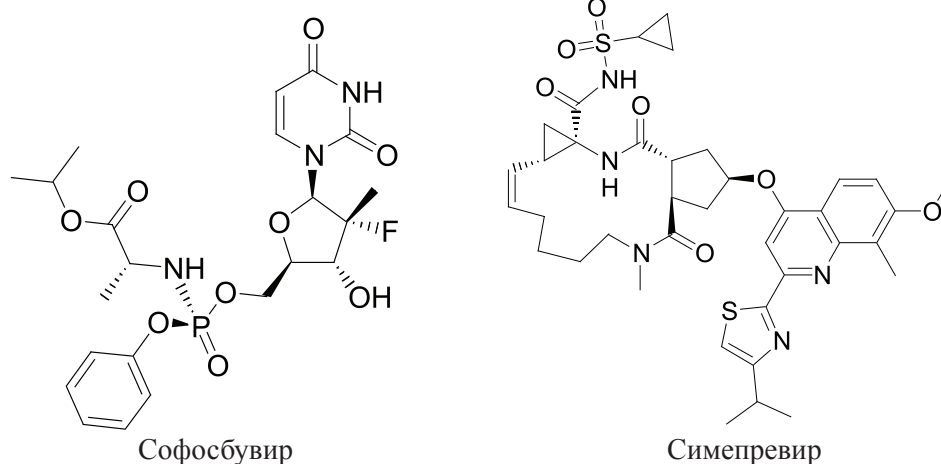


Рис. 1. Ингибиторы репликации ВГС

Софосбувир (рис. 1), являющийся мощным ингибитором NS5В РНК-зависимой РНК полимеразы ВГС и одобренный FDA в 2013 г., стал первым препаратом, который применялся в комбинации с рибавирином для лечения инфекции ВГС генотипов 2 и 3 без использования пегелированного α -интерферона [13]. Комбинация софосбувира, симепревира (также одобренного FDA в 2013 г. для лечения ВГС в качестве ингибитора вирусной протеазы) и рибавирина в течение 12–24 недель имела очень высокий терапевтический эффект, который составил около 90% устойчивого вирусологического ответа для всех генотипов вируса [3].

Однако стоит отметить чрезвычайно высокую стоимость лечения. В частности, 12-недельный курс только одним софосбувиром стоит более \$84000, в то время как такой же курс симепревира составляет порядка \$66000 [4, 8]. Кроме того, было отмечено появление мутаций, снижающих эффективность данной терапии [14]. Таким образом, следует искать новые агенты с другим механизмом действия, способные уменьшать курс лечения, не снижая его эффективности. Это позволит снизить как вероятность появления устойчивых вариантов вируса, так и стоимость лечения.

Производные 5-аминоурацила являются перспективным классом соединений, проявивших широкий спектр противовирусной активности. В частности, производные 5-(фениламино)урацила, содержащие в положении 1 остатка урацила бензильный или 3-(фенокси)бензильный заместитель ингибируют репликацию ВИЧ-1 и ЕБВ в микро-

молярных концентрациях [11]. Кроме того, ранее нами были получены производные 5-(фениламино)урацила, проявившие выраженную ингибиторную активность в отношении ВГС [1].

Цель исследования. С целью поиска новых ингибиторов репродукции ВГС нами был осуществлен синтез и изучены противовирусные свойства производных 5-(фениламино)урацила, содержащих в положении 1 урацила 4-(фенокси)бензильный фрагмент. Общая структура данного ряда соединений представлена на рис. 2.

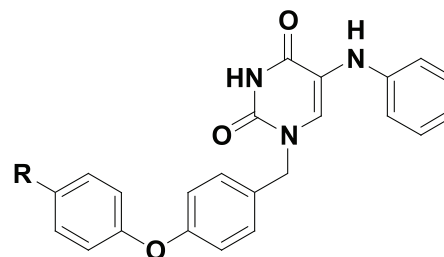


Рис. 2. 1-(4-феноксибензил)производные 5-(фениламино)урацила

Результаты исследования и их обсуждение

Синтез целевых соединений, представленный на рис. 3, был осуществлен путем конденсации эквимолярных количеств 2,4-бис(триметилсилилокси)-5-(фениламино)пиримидина **2**, полученного кипячением исходного 5-(фениламино)производных урацила с избытком гексаметилдисилазана в присутствии каталитического

количества NH_4Cl , как это было описано ранее [11], и 4-(4-*R*-фенокс)бензилбромидов, полученных бромированием соответствующих 4-(фенокс)толуолов [18, 22]. Кипячение в безводном 1,2-дихлорэтане без

доступа влаги воздуха в течение 24 ч привело к образованию целевых производных 1-[4-(4-фенокс)бензил]-5-(фениламино)урацила **3-9**, выход которых составил 62–78% после хроматографической очистки.

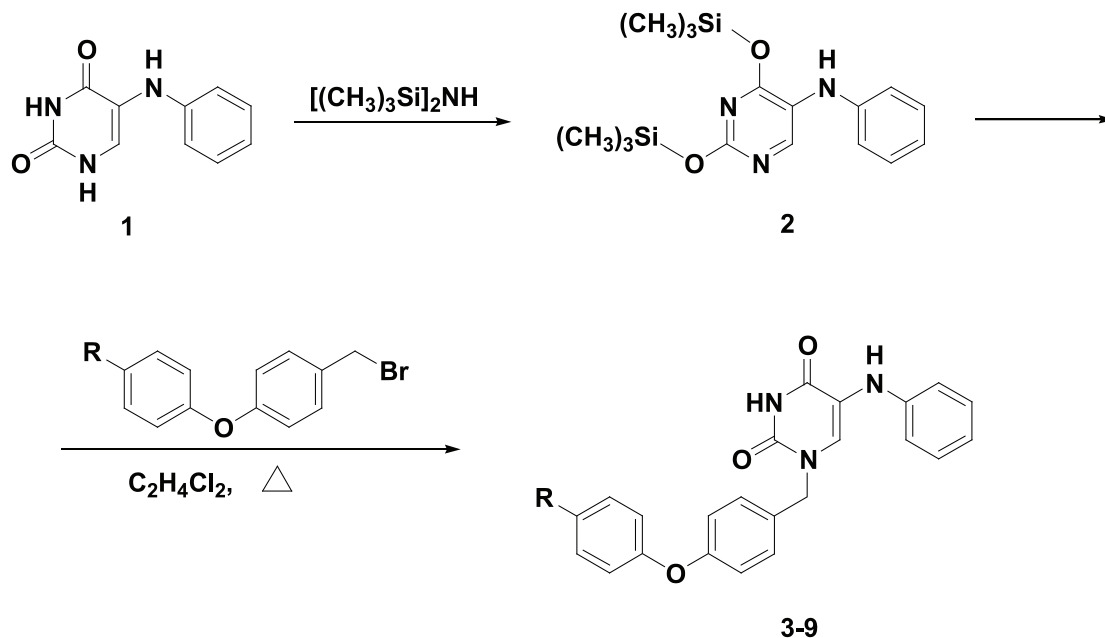


Рис. 3. Схема синтеза производных 1-[4-(фенокс)бензил]-5-(фениламино)урацила

Структуры синтезированных соединений доказаны методом ЯМР-спектроскопии, чистота – тонкослойной хрома-

тографией. Физико-химические свойства целевых соединений представлены в табл. 1.

Таблица 1
Свойства производных 1-[4-(фенокс)бензил]-5-(фениламино)урацила (**3-9**)

Соединение	<i>R</i>	Выход, %	R_f^*	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$
3	H	74	0,67	198–199
4	<i>t</i> -Bu	63	0,82	233,5–235
5	MeO	68	0,74	202–203
6	F	78	0,74	209,5–211,5
7	Cl	67	0,80	203–205
8	Br	71	0,79	206–207
9	NO_2	62	0,75	228–230,5

Примечание. * этилацетат.

Материалы и методы исследования

Спектры ЯМР ^1H регистрировали на спектрометре «Bruker Avance 400» (400 МГц для ^1H) в CCl_4 и DMCO-D_6 внутренним стандартом тетраметилсилан. Тонкослойную хроматографию выполняли на пластинках «Merk TLS Silica gel 60 F_{254} ». В качестве элюента использовали этилацетат. Температуры плавления измерены в стеклянных капиллярах на приборе «Mel-Temp 3.0» (Laboratory Devices Inc., США).

Общий метод получения 1-[4-(фенокс)бензил]-5-(фениламино)урацилов (**3-9**)

Раствор соответствующего 4-феноксисбензилбромида (6,81 ммоль) в безводном 1,2-дихлорэтане (20 мл) добавляют к раствору 2,4-бис(триметилсилилокси)-5-(фениламино)пиримидина (6,80 ммоль) в 1,2-дихлорэтане (50 мл). Полученную смесь кипятят в течение 24 ч с защитой от влаги воздуха и охлаждают до комнатной температуры. Затем реакционную массу

обрабатывают 10 мл изопропанола и упаривают при пониженном давлении досуха, остаток перекристаллизовывают из смеси изопропанол-ДМФА.

1-(4-Феноксibenзил)-5-(фениламино)урацил (3). ¹H ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 4,90 (2H, с, CH₂), 6,69 (1H, т, *J* = 7,3 Гц, H-4'), 6,79 (2H, дд, *J* = 8,7 и 1,0 Гц, H-2', H-6'), 6,98–7,18 (8H, м, NH, H-3', H-5', H-2'', H-6'', H-2''', H-4''', H-6'''), 7,35–7,43 (4H, м, H-3'', H-5'', H-3''', H-5'''), 7,74 (1H, с, H-6), 11,61 (1H, с, NH); ¹³C ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 49,7; 114,5; 116,8; 118,2; 118,7; 118,8; 123,6; 128,9; 129,6; 130,1; 132,1; 134,8; 145,7; 150,0; 156,3; 156,6; 161,9.

1-[4-(4-трет-Бутилфенокси)бензил]-5-(фениламино)урацил (4). ¹H ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 1,28 (9H, с, CH₃), 4,90 (2H, с, CH₂), 6,69 (1H, т, *J* = 7,3 Гц, H-4''), 6,80 (2H, д, *J* = 7,7 Гц, H-2'', H-6''), 6,94 (2H, д, *J* = 8,7 Гц, H-2''', H-6'''), 6,98–7,00 (3H, м, NH, H-2', H-6'), 7,12 (2H, т, *J* = 8,1 Гц, H-3'', H-5''), 7,37–7,40 (4H, м, ароматич. H), 7,69 (1H, с, H-6), 11,55 (1H, с, NH). ¹³C ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 35,5; 38,2; 53,9; 118,6; 118,8; 122,4; 122,5; 122,6; 130,9; 133,1; 133,8; 136,0; 138,5; 149,8; 150,2; 154,2; 158,3; 160,9; 166,0.

1-[4-(4-Метоксифенокси)бензил]-5-(фениламино)урацил (5). ¹H ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 3,74 (3H, с, OCH₃), 4,87 (2H, с, CH₂), 6,68 (1H, т, *J* = 7,3 Гц, H-4''), 6,78 (2H, дд, *J* = 7,3 и 0,8 Гц, H-2'', H-6''), 6,91–7,01 (7H, м, NH, ароматич. H), 7,11 (2H, т, *J* = 8,6 Гц, H-3'', H-5''), 7,34 (2H, д, *J* = 8,8 Гц, H-3', H-5'), 7,69 (1H, с, H-6), 11,55 (1H, с, NH). ¹³C ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 49,7; 55,4; 114,5; 115,1; 116,8; 117,4; 118,2; 120,7; 128,8; 129,5; 131,1; 134,5; 145,6; 149,3; 149,9; 155,7; 157,6; 161,7.

1-[4-(4-Фторфенокси)бензил]-5-(фениламино)урацил (6). ¹H ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 4,87 (2H, с, CH₂), 6,67 (1H, т, *J* = 7,3 Гц, H-4''), 6,77 (2H, д, *J* = 8,6 Гц, H-2'', H-6''), 6,98 (2H, д, *J* = 8,6 Гц, H-2'

H-6'), 7,02–7,12 (5H, м, NH, ароматич. H), 7,20 (2H, т, *J* = 8,6 Гц, H-3'', H-5''), 7,37 (2H, д, *J* = 8,6 Гц, H-3', H-5'), 7,71 (1H, с, H-6), 11,56 (1H, с, NH). ¹³C ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 50,0; 114,8; 116,8; 117,0; 117,1; 118,5; 121,0; 121,1; 129,2; 129,9; 132,3; 135,0; 146,0; 150,3; 152,8; 157,0; 157,4; 159,8; 162,1.

1-[4-(4-Хлорфенокси)бензил]-5-(фениламино)урацил (7). ¹H ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 4,91 (2H, с, CH₂), 6,70 (1H, т, *J* = 7,0 Гц, H-4''), 6,80 (2H, д, *J* = 7,5 Гц, H-2'', H-6''), 6,98 (1H, с, NHPh), 7,02–7,05 (4H, м, ароматич. H), 7,12 (2H, т, *J* = 7,4 Гц, H-3'', H-5''), 7,40–7,42 (4H, м, ароматич. H), 7,70 (1H, с, H-6), 11,53 (1H, с, NH). ¹³C ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 53,9; 118,8; 121,1; 122,5; 123,2; 124,5; 131,5; 133,9; 134,0; 134,1; 136,8; 138,5; 149,8; 154,2; 159,8; 160,1; 166,0.

1-[4-(4-Бромфенокси)бензил]-5-(фениламино)урацил (8). ¹H ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 4,89 (2H, с, CH₂), 6,68 (1H, т, *J* = 7,3 Гц, H-4''), 6,78 (2H, д, *J* = 7,8 Гц, H-2'', H-6''), 6,96 (2H, д, *J* = 9,1 Гц, H-2', H-6'), 7,03–7,06 (3H, м, NHPh, H-2''', H-6'''), 7,11 (2H, т, *J* = 7,3 Гц, H-3'', H-5''), 7,40 (2H, д, *J* = 8,8 Гц, H-3', H-5'), 7,54 (2H, д, *J* = 9,0 Гц, H-3''', H-5'''), 7,74 (1H, с, H-6), 11,59 (1H, с, NH). ¹³C ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 53,9; 118,8; 121,1; 122,5; 123,2; 124,5; 131,5; 133,9; 134,0; 134,1; 136,8; 138,5; 149,8; 154,2; 159,8; 160,1; 166,0.

1-[4-(4-Нитрофенокси)бензил]-5-(фениламино)урацил (9). ¹H ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 4,95 (2H, с, CH₂), 6,67 (1H, т, *J* = 7,3 Гц, H-4''), 6,81 (2H, д, *J* = 8,6 Гц, H-2'', H-6''), 6,98 (1H, уш.с., NHAr), 7,10–7,14 (м, ароматич. H), 7,20 (2H, д, *J* = 8,6 Гц, H-2', H-6'), 7,48 (2H, д, *J* = 8,6 Гц, H-3', H-5'), 7,75 (1H, с, H-6), 8,23 (2H, д, *J* = 9,2 Гц, H-3''', H-5'''), 11,58 (1H, с, NH). ¹³C ЯМР (ДМСО-*d*₆): δ 49,7; 114,6; 116,9; 117,4; 118,3; 120,5; 126,1; 128,8; 129,8; 134,2; 134,3; 142,3; 145,5; 149,9; 153,8; 161,8; 162,7.

Таблица 2

Анти-ВГС активность синтезированных соединений

Соединение	R	ИК ₅₀ , μM	Цитотоксичность	
			ЦК ₅₀ , μM	ИС
3	H	13,8	> 316,2	> 22,9
4	<i>t</i> -Bu	> 200	–	–
5	MeO	> 200	–	–
6	F	> 200	–	–
7	Cl	> 200	–	–
8	Br	8,13	9,12	1,12
9	NO ₂	1,07	3,16	2,95

Примечания:

ИК₅₀ – ингибиторная концентрация – концентрация вещества, обеспечивающая подавление репликации вируса на 50%;

ЦК₅₀ – цитотоксическая концентрация – концентрация вещества, при которой наблюдается гибель 50% неинфицированных клеток;

ИС – индекс селективности – отношение ЦК₅₀ к ИК₅₀.

Противовирусная активность

Изучение противовирусных свойств синтезированных соединений было осуществлено в культуре клеток Huh 7.5, инфицированных ВГС (штамм JFH-1), в соответствии с описанным методом [16]. Ранее [1] нами было обнаружено, что 1-[4-(фенокси)бензил]-5-(фениламино)урацил (**3**) проявляет заметную анти-ВГС активность. Соединение блокировало репликацию ВГС в концентрации ИК₅₀ 13,8 мМ. Обнаружено, что введение в пара-положение феноксильного фрагмента различных заместителей, таких как *t*-Bu, OMe, F или Cl (соединения **4–7**), ведет к полной потере противовирусной активности. Однако, введение атома брома (соединение **8**) или нитро-группы (соединение **9**) усиливает вирусингибиторные свойства. Соединения **8** и **9** проявили выраженную ингибиторную активность в концентрациях ИК₅₀ 8,13 и 1,07 мМ соответственно. Однако при этом возрастали цитотоксические свойства соединений, что существенно снижает ИС. Данные по активности синтезированных соединений представлены в табл. 2.

Выводы

Таким образом, нами синтезированы 6 новых, ранее не описанных в литературе производных 1-[4-(фенокси)бензил]-5-(фениламино)урацила, содержащих различные заместители в 4-(фенокси)бензильном фрагменте. Изучены спектральные, физико-химические свойства и анти-ВГС активность синтезированных соединений. Представляется перспективным дальнейший поиск в ряду 5-(фениламино)урацила новых эффективных блокаторов репликации ВГС.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 13-04-01391А. Авторы выражают благодарность профессору Луису Шангу (департамент биохимии, медицинской микробиологии и иммунологии, университет Альберты, Эдмонтон, Канада) за данные скрининга.

Список литературы

1. Гуреева Е.С., Бабков Д.А., Озеров А.А., Новиков М.С. // *Фунд. исслед.* – 2014. – № 11.
2. D'Ambrosio R., Colombo M. // *Dig. Liver Dis.* – 2013. – 45 Suppl 5. – P. 363–366.
3. Feeney E.R., Chung R.T. // *BMJ.* – 2014. – № 349. – P. 3308.
4. Gaetano J.N. // *Drug. Healthc. Patient Saf.* – 2014. – № 6. – P. 37–45.
5. Ghany M.G., Nelson D. R., Strader D. B., et al. // *Hepatology.* – 2011. – № 54. – P. 1433–1444.
6. Ghany M.G., Strader D.B., Thomas D. L., Seeff L.B. // *Hepatology.* – 2009. – № 49. – P. 1335–1374.
7. Hepatitis C // *World Health Organization.* – 2002.
8. Hill A., Khoo S., Fortunak J., et al. // *Clin. Infect. Dis.* – 2014. – № 58. – P. 928–936.
9. Kim W.R. // *Hepatology.* – 2002. – № 36. – P. 30–S34.
10. Matthews S.J., Lancaster J.W. // *Clin. Ther.* – 2012. – № 34. – P. 1857–82.

11. Novikov M.S., Buckheit R.W., Temburnikar K., et al. // *Bioorg. Med. Chem.* – 2010. – № 18. – P. 8310–8314.
12. Ozkok A., Yildiz A. // *World J. Gastroenterol.* – 2014. – № 20. – P. 7544–7554.
13. Pockros P.J. // *Clin. Liver Dis.* – 2013. – № 17. – P. 105–10.
14. Poveda E., Wyles D.L., Mena A., et al. // *Antiviral Res.* – 2014. – № 108. – P. 181–191.
15. Rostaing L., Izopet J., Kamar N.J. // *Nephropathol.* – 2013. – № 2. – P. 217–33.
16. Seeff L.B., Hoofnagle J.H. // *Clin. Liver Dis.* – 2003. – № 7. – P. 261–287.
17. St. Vincent V.R., Collpitts C.C., Ustinov A.V., et al. // *PNAS.* – 2010. – Vol. 107, № 40. – P. 17339–17344.
18. Ume Y., Matsuo T., Itaya N., Ohno N., US Patent 4014940, 1974.
19. Wegzyn C.M., Wyles D.L. // *Curr. Opin. Pharmacol.* – 2012. – № 12. – P. 556–561.
20. Welsch C., Jesudian A., Zeuzem S., Jacobson I. // *Gut.* – 2012. – № 61 Suppl 1. – P. i36–46.
21. Wu S., Kanda T., Nakamoto S., et al. // *World J. Gastroenterol.* – 2013. – № 19. – P. 8940–8.
22. Yoshioka T., Kitagawa M., Oki M., et al. // *Med. Chem.* – 1978. – № 21. – P. 633–639.

References

1. Gureeva E.S., Babkov D.A., Ozerov A.A., Novikov M.S. // *Fund. issled.* 2014. no. 11.
2. D'Ambrosio R., Colombo M. // *Dig. Liver Dis.* 2013. 45 Suppl 5. pp. 363–366.
3. Feeney E.R., Chung R.T. // *BMJ.* 2014. no. 349. pp. 3308.
4. Gaetano J.N. // *Drug. Healthc. Patient Saf.* 2014. no. 6. pp. 37–45.
5. Ghany M.G., Nelson D.R., Strader D.B., et al. // *Hepatology.* 2011. no. 54. pp. 1433–1444.
6. Ghany M.G., Strader D.B., Thomas D.L., Seeff L.B. // *Hepatology.* 2009. no. 49. pp. 1335–1374.
7. Hepatitis C // *World Health Organization.* 2002.
8. Hill A., Khoo S., Fortunak J., et al. // *Clin. Infect. Dis.* 2014. no. 58. R. 928–936.
9. Kim W.R. // *Hepatology.* 2002. no. 36. pp. 30–S34.
10. Matthews S.J., Lancaster J.W. // *Clin. Ther.* 2012. no. 34. pp. 1857–82.
11. Novikov M.S., Buckheit R.W., Temburnikar K., et al. // *Bioorg. Med. Chem.* 2010. no. 18. pp. 8310–8314.
12. Ozkok A., Yildiz A. // *World J. Gastroenterol.* 2014. no. 20. pp. 7544–7554.
13. Pockros P.J. // *Clin. Liver Dis.* 2013. no. 17. pp. 105–10.
14. Poveda E., Wyles D.L., Mena A., et al. // *Antiviral Res.* 2014. no. 108. pp. 181–191.
15. Rostaing L., Izopet J., Kamar N.J. // *Nephropathol.* 2013. no. 2. pp. 217–33.
16. Seeff L.B., Hoofnagle J.H. // *Clin. Liver Dis.* 2003. no. 7. pp. 261–287.
17. St. Vincent V.R., Collpitts C.C., Ustinov A.V., et al. // *PNAS.* 2010. Vol. 107, no. 40. pp. 17339–17344.
18. Ume Y., Matsuo T., Itaya N., Ohno N., US Patent 4014940, 1974.
19. Wegzyn C.M., Wyles, D.L. // *Curr. Opin. Pharmacol.* 2012. no. 12. pp. 556–561.
20. Welsch C., Jesudian A., Zeuzem S., Jacobson I. // *Gut.* 2012. no. 61 Suppl 1. pp. i36–46.
21. Wu S., Kanda T., Nakamoto S., et al. // *World J. Gastroenterol.* 2013. no. 19. pp. 8940–8.
22. Yoshioka T., Kitagawa M., Oki M., et al. // *Med. Chem.* 1978. no. 21. pp. 633–639.

Рецензенты:

Ганичева Л.М., д.фарм.н., доцент кафедры управления и экономики фармации, медицинского и фармацевтического товаро-ведения, Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград;

Симонян А.В., д.фарм.н., профессор кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии, Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 338.45 (571.621)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИГРАНИЧНОГО РЕГИОНА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Аносова С.В.

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
Биробиджан, e-mail: sanosova@yandex.ru*

В статье отмечена роль промышленности в экономике приграничного региона на примере Еврейской автономной области, изучены и проанализированы тенденции ее развития с начала рыночных преобразований по настоящее время. На основе ретроспективного анализа количественных и качественных показателей состояния регионального промышленного комплекса выделены периоды его развития, дана их характеристика. Показано, что трансформация промышленности региона характеризуется постоянным повышением доли предприятий по распределению электроэнергии, газа и воды при снижении удельного веса обрабатывающей промышленности. Отмечается переход от дифференцированной структуры обрабатывающей промышленности к моноструктуре с преобладанием производства неметаллических минеральных продуктов (строительных материалов). Показано, что деревообрабатывающая и легкая промышленность, ранее относившиеся к отраслям рыночной специализации региона, утратили данный статус. Отличительной особенностью современного этапа является интенсивное развитие горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: Дальний Восток, Еврейская автономная область, приграничный регион, промышленность, трансформационные преобразования, этапы развития промышленности

TRANSFORMATION OF THE INDUSTRY IN THE BORDER REGION OF THE RUSSIAN FAR EAST

Anosova S.V.

*Institute for Complex Analysis of Regional Problems Far Eastern
Branch Russian Academy of Sciences (ICARP FEB RAS), Birobidzhan, e-mail: sanosova@yandex.ru*

The role of industry in the economy of the border region was estimated on the example of the Jewish Autonomous Region. Trends of the industry development were studied and analyzed since the beginning of market reforms to the present time. Attention was paid to the periods of industry development using the retrospective analysis of quantitative and qualitative indicators in the regional industrial complex. The transformation of the industry in the border region was shown. It was characterized by a constant increase in electricity, gas and water supply industry, and decrease of manufacturing industry. The transition from differentiated structure to monostructure with predominance of non-metal mineral production (construction materials) in the manufacturing sector of industry was defined. Timber and light industry, previously the basic industry market specialization of the region, has lost that status. The intensive development of the mining industry is distinguishing feature of the present time.

Keywords: Far East, Jewish Autonomous Region, border region, industry, transformational conversions, stages of industry development

Ведущей отраслью материального производства, создающей преобладающую часть валового внутреннего продукта, является промышленность, роль которой заключается в удовлетворении потребностей общества в высококачественной продукции, обеспечении технического перевооружения и интенсификации производства. Динамические процессы, происходящие в промышленном комплексе, во многом определяют региональное социальное и экономическое развитие. Среди приграничных регионов Российской Федерации Еврейская автономная область (ЕАО), входящая в состав Дальневосточного федерального округа, относится к категории проблемных, характерными чертами которой являются дефицит финансовых ресурсов, слабое развитие человеческого капитала, ограниченный экспортный потенциал, удаленность от главных международных коммуникаций [3].

В предреформенный период ЕАО, наряду с Хабаровским краем, относилась к числу дальневосточных регионов, обладавшая наиболее диверсифицированной, многоотраслевой промышленной структурой и значительными перспективами экономического роста. В отличие от других дальневосточных регионов, обладавших моноотраслевой структурой промышленности, для ЕАО был характерен повышенный удельный вес обрабатывающих производств. В области были развиты машиностроение, легкая, пищевая промышленность, деревообработка, производство строительных материалов. Суммарный объем производства данных отраслей в 1990 г. составил 76,7% от общего объема выпускаемой продукции в области [8]. В межрегиональном разделении труда, определяемом на основе расчета коэффициентов локализации (специализации) производства и душевого потребления,

ЕАО специализировалась на производстве строительных материалов (прежде всего цемента), продукции легкой промышленности, деревообработке [1]. К дополняющим отраслям относилась пищевая промышленность, удовлетворяющая потребности местного населения в основном продуктами питания, переработанными из сельскохозяйственного сырья, произведенного на территории области.

Складывалось впечатление, что многоотраслевая промышленность области позволит удержать параметры ее экономического развития и в переходный период. Однако, несмотря на дифференцированную промышленную структуру и большой номенклатурный перечень выпускаемой продукции технического и потребительского назначения, с началом экономических преобразований в промышленности области произошли существенные структурные, качественные и количественные изменения, проявившиеся в изменении отраслевой специализации, снижении объемов производства, сокращении доли обрабатывающих производств и численности занятых.

Ретроспективный анализ количественных и качественных показателей, характеризующих состояние регионального промышленного комплекса в период с начала рыночных преобразований до настоящего времени, позволил выделить три этапа трансформационных преобразований промышленности области.

Первый этап (1991–1998 гг.) характеризуется свертыванием неэффективных производств и отраслей, ежегодным снижением объемов производства, который стал исключительным и по силе, и по длительности, как среди регионов ДФО, так и по России в целом. Для данного этапа характерно сокращение объемов производства во всех отраслях промышленности, за исключением электроэнергетики в отдельные годы. Динамика объемов промышленного производства в ЕАО не стала исключением и в 1998 г. достигла своего минимального значения – 15,1 % от показателей 1991 г. (для сравнения в РФ – 48,2 %, в целом по ДФО – 43,4 % соответственно) [7]. Если в 1991 г. доля ЕАО в общем объеме выпуска промышленной продукции Дальнего Востока составила 2,5 %, то в 1998 г. – 0,7 %.

В начале данного этапа основу промышленности ЕАО составляли машиностроение и легкая промышленность, на долю которых в 1991 г. приходилось 52,7 % объемов промышленного производства. Однако резкое повышение

транспортных тарифов и, как следствие, потеря традиционных рынков сбыта, ограниченная емкость рынка сельскохозяйственных машин на Дальнем Востоке, низкая платежеспособность аграрных предприятий, нехватка оборотных средств, затруднения в получении кредитных ресурсов, отсутствие практики и опыта перепрофилирования и реструктуризации производства, просчеты в работе маркетинговых служб, неэффективный менеджмент явились причинами резкого снижения объемов производства в машиностроении, а впоследствии прекращения выпуска многих видов продукции, включая зерноуборочные и кормоуборочные комбайны [6]. В результате в 1998 г. объемы машиностроения составили только 4,6 % к уровню 1991 г., а его доля в структуре промышленного производства снизилась с 23 до 12,4 %.

Для предприятий легкой промышленности области, осуществлявших пошив одежды, производивших обувь, трикотажные и чулочно-носочные изделия, главной причиной сокращения производства явились нехватка оборотных средств и затруднения финансирования; снижение покупательной способности потребителей и спад спроса на товары, произведенные в ЕАО, под действием притока импортных товаров, в том числе китайских, более дешевых аналогов; увеличение транспортных расходов на поставку сырья и платы за тепло- и электроэнергию в составе себестоимости продукции [6]. В результате этих процессов произошло сокращение объемов производства до 5,5 % по отношению к уровню 1991 г., удельный вес отрасли в совокупном промышленном производстве снизился с 29,7 до 5,4 %.

На данном этапе в крайне тяжелых условиях происходило развитие пищевой промышленности. Либерализация внешнеэкономической деятельности и массивный импорт продовольствия на региональный рынок, ослабление традиционных хозяйственных связей с местной сырьевой базой, низкая конкурентоспособность продукции и ряд других факторов привели к снижению объемов производства до 5,5 % по сравнению с уровнем 1991 г. За рассматриваемый период производство хлеба и хлебобулочных изделий уменьшилось в 5,9 раза, макаронных изделий – в 7,4 раза, мяса – в 9 раз, колбасных изделий – в 5,5 раза, цельномолочной продукции – в 10 раз, кондитерских изделий – в 8,1 раза, консервов – в 24,7 раза, были закрыты кондитерская фабрика, пивоваренный, овоще-консервный, хлебный заводы [8, 10].

Устойчивый спад производства продемонстрировала деревообрабатывающая промышленность, объем выпуска которой к 1998 г. достиг только 10% от уровня 1991 г. В значительной мере такое сокращение объемов было связано со сжатием внутрирегионального рынка древесины в ответ на замедление темпов строительства, с неблагоприятной конъюнктурой рынка, с падением экспортных цен [12].

Рецессия производства относительно в меньшей степени, чем в других отраслях, коснулась промышленности строительных материалов. Экономический кризис, выраженный в падении спроса на производственные инвестиции, привел к уменьшению объемов производства отрасли (до 15,2% от уровня 1991 г.), но во многом поддерживался спросом со стороны жилищного строительства, объемы которого также имели устойчивую тенденцию к сокращению. В результате, производство цемента снизилось в 5 раз, сборных железобетонных конструкций – в 8 раз, кирпича – в 73 раза [8, 10].

Падение объемов производства машиностроения и легкой промышленности, некогда составляющие основу промышленности, предопределили структурные сдвиги, характеризуемые повышением доли электроэнергетики и промышленности строительных материалов в объеме производства с 2,1% в 1991 г. до 23,9% в 1998 г. Данная тенденция была характерна не только для экономики ЕАО, но и России в целом и свидетельствовала о снижении эффективности технологической структуры промышленности [5].

Техническое отставание, затратная модель хозяйствования, экстенсивный характер функционирования промышленности стали причинами сравнительно низкой эффективности промышленного производства, его неконкурентоспособности. Низкий технический уровень производства, обусловленный в первую очередь недопустимо большим физическим износом и значительным моральным износом, не позволил производить качественную продукцию. Сравнительно низкое качество промышленной продукции явилось второй причиной ее неконкурентоспособности.

В целом характерными чертами данного периода явились: снижение численности промышленно-производственного персонала в 2,9 раза (с 24,8 до 8,5 тыс. чел.), высокая изношенность и низкий коэффициент обновления основных производственных фондов (50,8 и 1,8% соответственно), крайне низкий уровень использования производственных мощностей, который в отдельные годы не пре-

вышал 20% и зачастую был значительно меньше среднероссийских показателей, невысокая производительность труда, длительное неудовлетворительное финансовое состояние большинства промышленных предприятий, превышение просроченной дебиторской задолженности над кредиторской, постоянный недостаток оборотных средств, стабильный рост доли убыточных предприятий в их общем числе.

Для второго этапа (1999–2008 гг.) характерными признаками является перестройка структуры промышленности, отдельных производств в условиях жестких требований конкурентного внутреннего и внешнего рынка, стабильное наращивание объемов промышленного производства. При этом среднегодовые темпы роста индекса производства в области были выше аналогичного показателя по РФ и ДВО (ЕАО – 112,6%, ДФО – 107,9%, РФ – 106,6%). В целом в 2008 г. объем промышленного производства в сопоставимых ценах по сравнению с 1999 г. вырос в ЕАО в 2,9 раза (в РФ – в 1,8 раза, ДФО – в 2 раза) [7]. Отметим, что рост объемов производства не оказал существенного влияния на численность занятых в промышленности. В 2008 г. по сравнению с 1999 г. она снизилась с 8,5 до 8,3 тыс. чел. (на 2,4%).

Количественный и качественный анализ показателей состояния промышленности свидетельствует, что ее развитие происходило неравномерно: опережающие темпы были характерны для предприятий пищевой и легкой промышленности, а также выпускающих строительные материалы. Производства, ориентирующиеся на спрос за пределами региона, в том числе за рубежом (выпускающие кондитерские, хлебобулочные, молочные, мясные и колбасные изделия, пиломатериалы, сборные железобетонные конструкции, цемент), развивались более динамично. На территории области в анализируемом периоде были созданы новые предприятия по разливу минеральных, газированных, алкогольных напитков, выпуску мясных деликатесов, колбасной, рыбной продукции, построены новые и реконструированы имеющиеся производственные мощности по переработке молока, деревообработке, выпуску мебели, в том числе металлокаркасной. В автономии началась добыча бурого угля открытым способом, было создано предприятие, выпускающее медицинские изделия. В то же время большинство предприятий традиционных видов деятельности либо незначительно увеличивало объемы выпускаемой продукции, либо, не сумев диверсифицировать производство, сокращало его.

В результате структурных преобразований на данном этапе произошло, с одной стороны, снижение удельного веса обрабатывающих производств, составляющих ранее основу промышленного комплекса области, а с другой стороны, увеличение доли предприятий, оказывающих услуги по распределению электроэнергии, газа и воды. При этом определяющую роль в обрабатывающей промышленности области стало играть производство прочих неметаллических минеральных продуктов (цемента), на долю которого в 2008 г. приходилось уже 47,1% в общем объеме отгруженных товаров собственного производства против 22,8% в 1999 г. [11]. Тем не менее структурные изменения не повлияли на специализацию области, позиционирующую себя как регион с развитой легкой, деревообрабатывающей промышленностью, производством строительных материалов [1].

Характерным для данного этапа стало десятикратное увеличение инвестиционных вложений в промышленность области. Однако более 90% инвестиций в основной капитал области было направлено в энергетику, а точнее на финансирование строительства ЛЭП по транзиту электроэнергии от гидроэлектростанции в Амурской области через территорию ЕАО в Хабаровский и Приморский края. В целом процесс инвестирования промышленных предприятий области был связан с реализацией небольших инвестиционных проектов, что объясняется, с одной стороны – отсутствием собственных средств, а с другой стороны – неудовлетворительным финансовым положением многих субъектов хозяйствования, что стало причиной, затрудняющей получение кредитов на модернизацию производства [4].

Третий этап (с 2009 г. по настоящее время) характеризуется нестабильной динамикой производства, постепенным изменением отраслевой специализации, началом развития в области горнодобывающей промышленности.

Так, только в 2009 г. выпуск продукции по области снизился на 22% (в РФ – на 9,3%, ДФО – вырос на 7,6%), что было обусловлено как внутренними, так и внешними экономическими условиями, в том числе последствиями мирового финансово-экономического кризиса 2008 г. [7]. С 2010 г., оправившись от внешнего шока, объемы промышленного производства области ежегодно прирастали на 2–4%, но по темпам отставали от средних по ДФО и РФ. ЕАО стала единственным дальневосточным регионом, в котором

за 2010–2013 гг. многие ведущие промышленные предприятия региона не достигли показателей предкризисного 2008 г.

Анализ социально-экономических показателей развития промышленности области на данном этапе позволяет констатировать постоянное снижение ее доли в ВРП (с 12,7% в 2008 г. до 9,9% в 2011 г.), уменьшение численности промышленно-производственного персонала на 21% (с 7,6 тыс. чел. в 2009 г. до 6,5 тыс. чел. в 2013 г.), низкое соотношение заработной платы по отношению к средней по области, сохранение значительной доли убыточных предприятий и отрицательного сальдированного финансового результата (убытков) [9, 11].

Анализ процессов, происходящих в промышленности, свидетельствует, что она исчерпала свой потенциал развития. Наблюдается затухание делового цикла в ряде старых, традиционных отраслей; замедление роста рынков сбыта; возрастание конкурентного давления, в том числе на межрегиональном уровне; усиление импортной зависимости; недостаток квалифицированной рабочей силы; сокращение притока молодежи в промышленность.

На данном этапе продолжают структурные преобразования промышленности, характеризующиеся постоянным повышением доли предприятий по распределению электроэнергии, газа и воды при снижении удельного веса обрабатывающей промышленности. Отмечается переход от дифференцированной структуры к моноструктуре с преобладанием производства неметаллических минеральных продуктов (строительных материалов). Деревообрабатывающая и легкая промышленность, ранее относящиеся к отраслям рыночной специализации, утратили данный статус [1].

Особенностью данного этапа является интенсивное развитие горнодобывающей промышленности, реализация инвестиционных проектов строительства Кимкано-Сутарского горно-обогатительного комбината (КС ГОК) и рудника Поперечный Южно-Хинганского месторождения марганцевых руд.

Строительство КС ГОК является одним из крупных проектов по разработке и освоению Кимканского и Сутарского железорудных месторождений. Кимканское железорудное месторождение представлено двумя наиболее изученными участками, Центральным и Западным, промышленные запасы руды которого определены, поставлены на баланс в Госкомитете по запасам, составляют 138,4 млн т.

с содержанием общего железа 34,2%. Второе месторождение – Сутарское, наименее изученное. Согласно ранее проведенным работам на этом месторождении, запасы руды по категории С1 составляют 369,3 млн т. при среднем содержании железа 32,7%. Проектная мощность КС ГОК составит 10 млн тонн руды, объем выпуска концентрата – 3,2 млн тонн в год, стоимость строительства КС ГОК составит более 20 млрд руб. [4]. Срок ввода комбината в эксплуатацию – 2015 год. С учетом производственной мощности предприятия, развития и затухания горных работ запасов месторождения хватит на срок не менее 80 лет. На комбинате предполагается трудоустроить более 2 тыс. чел.

Далее планируется приступить к строительству Дальневосточного металлургического комбината, который станет первым в России предприятием с использованием инновационной технологии металлизации, разработанной японскими компаниями. В перспективе комбинат станет крупнейшим в области работодателем и налогоплательщиком. Данный проект можно рассматривать как основу для создания горно-металлургического кластера, в процессе развития которого в его состав войдут компании по добыче железной руды на базе Гаринского месторождения, расположенного на территории Амурской области. Это позволит создать один из крупнейших территориально-промышленных кластеров на юге Дальнего Востока.

Перспективным является проект «Строительство рудника Поперечный Южно-Хинганского месторождения марганцевых руд», осуществляемый предприятием с иностранными инвестициями ООО «Хэмэн – Дальний Восток». Планируется строительство горно-обогажительного предприятия по добыче и обогащению марганцевой руды мощностью до 150 тыс. т в год. Ввод фабрики намечен в 2015 г., будет создано 150 рабочих мест. К 2020 г. планируется строительство горно-обогажительной фабрики по выпуску до 60 тыс. тонн концентрата в год. В ООО «Хэмэн – Дальний Восток» будет трудоустроено 600 чел., стоимость проекта – 1 млрд руб. В настоящее время компанией выполнено проектирование первой очереди рудника, проведена экспертиза промышленной безопасности проекта, выполнены работы по устройству горизонтальной штольни, протяженностью около 100 м с тем, чтобы уже в 2014 г. начать добычу марганцевой руды не менее 40 тыс. т и в ближайшие годы выйти на проектную мощность [2].

Таким образом, за годы реформ многие промышленные предприятия области, несмотря на то, что были ориентированы на внутренний рынок России, не сумели занять на нем прочных позиций, уступив место как промышленным компаниям из центральной России и соседних дальневосточных регионов, так и иностранным производителям. Более того, на внутрирегиональном рынке многие промышленные компании, уступая постепенно позиции, начинают ориентироваться только на региональный спрос или на отдельных крупных потребителей, что существенно влияет на их конкурентоспособность. Такая односторонняя ориентация, с нашей точки зрения, опасна с позиций устойчивого экономического развития и уязвимости областной экономики. Перспективы развития промышленности области связаны с реализацией крупных инвестиционных проектов по освоению полезных ископаемых, интенсивным развитием горнодобывающей промышленности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РГНФ, проект № 13-12-79001 «Закономерности эволюции социально-экономической системы развивающегося региона с позиций синергетики (на примере Еврейской автономной области)».

Список литературы

1. Аносова С.В. Специализация промышленности Еврейской автономной области в период рыночных преобразований // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2014. – № 4. – С. 319–324.
2. Аносова С.В., Гуревич В.С. Становление и развитие промышленности Еврейской автономной области // Региональные проблемы. – 2013. – Т. 3. – С. 92–97.
3. Воробьева И.Н. Типы приграничных регионов Российской Федерации // Вестник алтайской науки. – 2013. – № 2-1. – С. 102–106.
4. Еврейская автономная область. Официальный портал органов государственной власти. Раздел «Экономика. Инвестиционная привлекательность». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eao.ru/?p=3479> (дата обращения: 23.07.2014).
5. Иващенко Н.П. Трансформация производственно-экономических систем в промышленности России (теория и практика): дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2012. – С. 105–110.
6. Корсунский Б.Л., Леонов С.Н. Депрессивный район в переходной экономике. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 155 с.
7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Раздел официальная статистика. Промышленное производство. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/industrial/# (дата обращения: 03.10.2013).
8. Показатели экономического и социального развития ЕАО. Стат. сборник. – Биробиджан: Комитет госуд. статистики ЕАО, 1996. – 206 с.
9. Промышленное производство в Еврейской автономной области: Стат. сб. – Биробиджан: Еврстат, 2013. – 93 с.

10. Статистический ежегодник Еврейской автономной области. Стат. сб. в 2 т. Т. 1. – Биробиджан, Комстат ЕАО, 2000. – 221 с.

11. Статистический ежегодник Еврейской автономной области: Стат. сб. – Биробиджан: Еврстат, 2013. – 289 с.

12. Экономика Дальнего Востока: пять лет реформ / отв. ред. П.А. Минакир, Н.Н. Михеева. – Хабаровск: ДВО РАН, 1998. – 264 с.

References

1. Anosova S.V. *Industry specialization of the Jewish Autonomous Region in the period of market transformations*. Humanities, social-economic and social sciences. 2014. no 4. pp. 319–324.

2. Anosova S.V., Gurevich V.S. *Formation and development of the industry in the Jewish Autonomous Region*. Regional problems. 2013. T. 16. no 1. pp. 92–97.

3. Vorobyova I.N. *Types of border regions of the Russian Federation*. Bulletin of the Altai science. 2013. no. 2–1. pp. 102–106.

4. *The Jewish Autonomous Region. The official government portal. Section: Economy. Investment appeal*. Available at: <http://shhshhshh.eao.ru/?p=3479> (accessed 23 July 2014).

5. Korsunskiy B.L., Leonov S.N. *Depressed areas in transitional economy*. Vladivostok, Dalnauka, 1999. 155 p.

6. Ivashchenko I.E. *Transformation of the productive and economic systems in the industry of Russia (theory and practice): dis...Prof. Econ. of sciences. M., 2012. pp. 105–110.*

7. *Federal State Statistics Service. Section: Industry*. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/industrial/# (accessed 03 October 2013).

8. *Indicators of economic and social development of the JAR. Statistical collection*. Birobidzhan, 1996. 206 p.

9. *Industrial production in the Jewish Autonomous Region. Statistical collection*. Birobidzhan, 2013. 93 p.

10. *Statistics yearbook of the Jewish Autonomous Region. Statistical collection*. T. 1. Birobidzhan, 2000. 221 p.

11. *Statistics yearbook of the Jewish Autonomous Region. Statistical collection*. T. 1. Birobidzhan, 2013. 289 p.

12. *Economy of the Far East: five years of reforms*. Edited by P. Minakir, N. Milkheeva. Khabarovsk, FEB RAS, 1998. 264 p.

Рецензенты:

Найден С.Н., д.э.н., доцент, зав. сектором проблем социального развития, ФГБУН «Институт экономических исследований», г. Хабаровск;

Сидоренко О.В., д.э.н., заведующая кафедрой государственного и муниципального управления, ФГБОУ ВПО «Хабаровская государственная академия экономики и права», г. Хабаровск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 657.4

МЕХАНИЗМ УЧЕТА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Бортникова И.М.

*ФГБОУ ВПО «Донской государственной аграрный университет»,
п. Персиановский, e-mail: bortnikovairina@rambler.ru*

В современном сельском хозяйстве Российской Федерации появились сельскохозяйственные организации, способные осуществлять финансовые и ресурсные вложения в освоение нововведений. Однако масштабы распространения новшеств остаются достаточно низкими. В исследовании выделены факторы, оказывающие влияние на инновационное развитие сельскохозяйственных предприятий. Также предложен механизм учетно-аналитического обеспечения НИОКР как, наряду с приобретением технологий, наиболее часто используемого способа инновационной деятельности в сельском хозяйстве. Результаты исследования свидетельствуют о том, что внутрихозяйственные подразделения выполняют задачу освоения инноваций. Учитывая различные стадии инновационного процесса в организации, методика финансового учета освоения инноваций в разрезе видов технологических новшеств и внутрихозяйственных производственных единиц позволяет организовать эффективный учет путем сопоставления доходов и расходов по элементам, результатов с финансированием НИОКР.

Ключевые слова: учет инноваций, НИОКР, сельское хозяйство, инновационная деятельность

MECHANISM OF ACCOUNT INNOVATIVE ACTIVITY IN AGRICULTURAL ORGANIZATIONS

Bortnikova I.M.

Don State Agrarian University, Persianovsky, e-mail: bortnikovairina@rambler.ru

In modern agriculture of the Russian Federation there were agricultural organizations capable to carry out financial and resource investments in development of innovations. However scales of distribution of innovations remain rather low. In research are allocated the factors having impact on innovative development of the agricultural enterprises. We offered the mechanism of registration and analytical ensuring research and development, as, along with acquisition of technologies, the most often used way of innovative activity in agriculture. Results of research testify that intraeconomic divisions carry out a task of development of innovations. Considering various stages of innovative process in the organization, the technique of the financial accounting of development of innovations in a section of types of technological innovations and intraeconomic production facilities, allows to organize the effective account by a comparison of the income and expenses on elements, results with research and development financing.

Keywords: accounting of innovations, research and development, agriculture, innovative activity

В настоящее время в России, прежде всего со стороны руководства и средств массовой информации, уделяется значительное внимание инновационному развитию. Принимаются новые и совершенствуются действующие нормативные акты в области инноваций. Это такие документы, как Федеральный закон «О науке и научно-технической политике», который рассматривает государственную поддержку инновационной деятельности [1], Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [2], в которой подробно изложены варианты инновационного развития нашей страны в долгосрочной перспективе и др.

В период становления инновационной экономики крайне важно обеспечить учетно-аналитическое сопровождение инновационной активности предприятий различных видов деятельности для формирования достоверной и релевантной информации об инновационных процессах, необходимой внутренним и внешним ее пользователям.

Для управления инновационными проектами используются различные методологии, принимающие во внимание разнообразие и комплексность инноваций в масштабе предприятий. При этом руководящему составу приходится учитывать то, что очень часто зарубежные методологии проектного менеджмента не ориентированы на российскую специфику и поэтому выбору методологии для комплектации портфеля инновационных программ и проектов необходимо уделять особое внимание [4].

Следует отметить, что вопросы механизма внедрения достижений научно-технического прогресса, учета инноваций до сих пор недостаточно полно разработаны для сельскохозяйственных предприятий с различной инновационной стратегией развития. Для обеспечения устойчивости конкурентоспособности российских предприятий сельского хозяйства на аграрных рынках необходимо широкое освоение управленческих и технологических

инноваций, что определяет необходимость исследования вопросов инновационного развития сельскохозяйственных производителей, обоснование методики учетно-аналитического обеспечения управления изменениями и нововведениями.

Инновационные процессы в сельском хозяйстве имеют свою специфику. Расширенное воспроизводство здесь протекает во взаимодействии экономических и биологических факторов.

По направлению воздействия они подразделяются на оказывающие позитивное либо негативное влияние, а также имеющие двойственный характер воздействия на инновационное развитие. Факторы внешней среды могут быть систематизированы также и по другому принципу с подразделением на политические, социальные, экономические и технологические.

Примерный перечень основных факторов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Система факторов, влияющих на инновационное развитие предприятия

Внешняя среда	Внутренняя среда
<p>Факторы, позитивно влияющие на технологическое развитие</p> <ul style="list-style-type: none"> – Выход на мировой рынок сельхозпродукции. – Высокие мировые цены на сельскохозяйственную продукцию*. – Наличие высоких технологий за рубежом и возможность свободного приобретения (низкие таможенные пошлины) 	<p>Факторы, позитивно влияющие на технологическое развитие</p> <ul style="list-style-type: none"> – Достаточный уровень государственной поддержки сельского хозяйства. – Научно-технический прогресс. – Достаточное количество земельных и трудовых ресурсов. – Устранение диспаритета цен на сельхозпродукцию. – Повышение покупательной способности населения. – Благоприятные погодно-климатические условия*. – Благоприятные условия для инвестиций в сельское хозяйство
<p>Факторы, негативно влияющие на технологическое развитие</p> <ul style="list-style-type: none"> – Высокая конкуренция на мировом рынке сельхозпродукции*. – Увеличение импорта продовольствия. – Высокие таможенные пошлины, запреты на ввоз импортной техники и оборудования для сельского хозяйства 	<p>Факторы, негативно влияющие на технологическое развитие</p> <ul style="list-style-type: none"> – Снижение покупательной способности населения. – Монополизм, неразвитость сферы переработки сельхозпродукции. – Рост диспаритета цен на продукцию сельского хозяйства. – Отсутствие оборотных и финансовых ресурсов, высокая изношенность материально-технической базы; низкий уровень платежеспособного спроса сельхозтоваропроизводителей на научно-техническую продукцию. – Неразвитая рыночная инфраструктура. – Неблагоприятные погодные условия*. – Отсутствие защиты отечественных товаропроизводителей от импорта продовольствия

Примечание. * – факторы, оказывающие как негативное, так и позитивное влияние в зависимости от их количественных параметров.

Для предотвращения негативного влияния процессов инновационной деятельности на устойчивость предприятия и уровень сопротивляемости внешним факторам, а также для своевременной нейтрализации негативных последствий, возможных при инновационном внедрении, следует создавать резервы на инновационное развитие.

В исследованиях Солоненко А.А., Черкасовой Г.Г. показано, что процесс отражения в учете хозяйственных операций, составляющих инновационную деятельность предприятий – потребителей инновационной продукции, осложнен рядом проблемных аспектов.

В настоящее время остаются открытыми проблемы выбора методики калькулирования объектов инновационного внедрения. Проблема учета затрат на внедрение

различных видов инноваций заключается в следующем. Формирование фактической стоимости инновационного внедрения, которое может быть в дальнейшем определено как основное средство (техника, устройства, машины и т.д.) или нематериальный актив (программное обеспечение), происходит на счете учета капитальных вложений.

Затраты, формирующие стоимость капиталовложений, включают в себя:

- стоимость инновационного объекта;
- стоимость монтажных работ (сборка, наладка, установка);
- транспортировку;
- стоимость специализированных запчастей;
- обучение персонала работе с инновационным оборудованием и т.д.

Формирование стоимости инновационного топлива, сырья, инструментов соответственно обеспечивается на счетах учета товарно-материальных ценностей. Однако сформировать стоимость непосредственно инновационных технологий, инновационных организационных и маркетинговых мероприятий фактически невозможно, так как затраты на эти процессы нельзя однозначно отнести на тот или иной бухгалтерский счет. Практика требует разработки новых подходов к формированию учетных данных не только на счетах финансового и управленческого (тактического) учета, но и на стратегических счетах. Это позволит:

- 1) сгруппировать затраты по видам инноваций для целей статистической отчетности;
- 2) сформировать информационную базу затрат и доходов от инновационной деятельности для целей инновационного анализа (определения эффективности инновационных внедрений) [5].

С целью реализации инноваций важно позаботиться об информационном обеспечении, сделав упор на систему управ-

ленческого учета, в которой формируется информация по инновационному развитию организации. Именно это направление на сегодняшний день больше всего нуждается в развитии и совершенствовании [3].

Важной функцией управления предприятием является поиск путей роста производительности труда. В современных условиях основным фактором, обеспечивающим повышение производительности труда, является широкое освоение технологических инноваций в сельскохозяйственном производстве. Как свидетельствуют результаты нашего исследования, основными формами освоения технико-технологических инноваций в сельскохозяйственных предприятиях являются выполнение НИОКР (57,1% обследованных предприятий) и приобретение технологий (54,3%).

Рассмотрим процесс инновационной деятельности на предприятии. Он представлен основными стадиями бухгалтерского учета внутрихозяйственной инновационной деятельности с соответствующими учетными записями (рисунок).



Основные стадии учета внутрихозяйственного инновационного процесса

В динамично и эффективно развивающихся сельскохозяйственных предприятиях сельского хозяйства основную роль в производстве играют внутрихозяйственные структурные подразделения с высокой долей экономической самостоятельности. На эти производственные единицы возлагаются и задачи освоения технологических инноваций.

Таким образом, затраты на производственно-инновационную деятельность

целесообразно учитывать по каждому самостоятельному внутрихозяйственному подразделению. Так как успех внедрения инноваций подвержен рискам, то ведение учета затрат по статьям является трудоемким процессом. Выявить экономический успех или неудачу инноваций на стадии освоения можно и при условии, если затраты будут отражаться по элементам.

Еще одно замечание сводится к тому, что система организации учетно-анали-

тического обеспечения управления освоением технологических инноваций в сельскохозяйственном производстве должна формироваться с учетом типа или формы внедрения технологических новшеств в производственные процессы.

Такой доминирующей формой, как свидетельствуют результаты нашего исследования, является НИОКР.

Высказанные предположения могут быть положены в методику финансового учета сельскохозяйственного предприятия, осуществляющего полномасштабное освоение технологической инновации (смена

системы земледелия, освоение новой технологии содержания сельскохозяйственных животных и птицы, техническое переоснащение производства и т.п.) в форме выполнения или проведения НИОКР (табл. 2).

Предложенный механизм учетно-аналитического обеспечения НИОКР включает в свой состав финансовый и управленческий учет. Финансовый учет обеспечивает организацию эффективного учета в разрезе видов технологических инноваций и внутрихозяйственных единиц путем соизмерения доходов и расходов по элементам, результатов с финансированием НИОКР.

Таблица 2

Механизм учета сельскохозяйственного предприятия, осуществляющего освоение инноваций

Производственная деятельность	Производственно-внедренческая деятельность	Внутрихозяйственные подразделения	Счета затрат, доходов, результатов		
			Затраты	Доходы	Результаты
Виды производственной деятельности	Виды освоения инноваций в производственную деятельность	ВП-1	по элементам	по ВП-1	по ВП-1
		ВП-2	по элементам	по ВП-2	по ВП-2
		ВП-3	по элементам	по ВП-3	по ВП-3
		ВП-N	по элементам	по ВП-N	по ВП-N
ИТОГО			Счет 08 субсчет «НИОКР»	Счет 91 «Прочие доходы и расходы»	Счет 99 «Прибыли и убытки»

Блок управленческого учета обеспечивает учет затрат, доходов и результатов освоения в производственных процессах технологических новшеств, являющихся результатом («положительным» или «отрицательным») НИОКР, и позволяет организовать налоговый учет расходов сельскохозяйственных предприятий на НИОКР.

Внедрение данной системы учета освоения инноваций дает возможность получения оперативной и достоверной информации для принятия управленческих решений, направленных на достижение «положительных» результатов НИОКР, и на их основе обеспечения конкурентных преимуществ и повышения экономической эффективности производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и научно-технической политике. URL.: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=149218>.

2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года (доклад Э.С. Набиуллиной от 15.10.2008). URL: <http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/myconnect/economylib/mert/welcome/pressservice/eventschro-nicle/doc1217949648141>.

3. Герасимова Л.Н. Роль учетных механизмов в управлении инновационной деятельностью организации // Финансовый вестник: финансы, налоги, страхование, бухгалтерский учет. – 2012. – № 12. – С. 11–15.

4. Скопич О.А. Как правильно учесть риски и факторы успеха при оценке стоимости инновационного проекта // Управление в кредитной организации. – 2012. – № 2. – С. 57–67.

5. Солоненко А.А., Черкасова Г.Г. Информационные возможности современного бухгалтерского учета в период становления инновационной экономики // Международный бухгалтерский учет. – 2011. – № 41. – С. 26–30.

References

1. Federal'nyj zakon ot 23.08.1996 № 127-FZ «O nauke i nauchno-tehnicheskoy politike Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=149218>.

2. Konceptija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii do 2020 goda (doklad Je.S. Nabiullinoy ot 15.10.2008) Available at: <http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/myconnect/economylib/mert/welcome/pressservice/eventschro-nicle/doc1217949648141>.

3. Gerasimova L.N. Rol' uchetnyh mehanizmov v upravlenii innovacionnoj dejatel'nost'ju organizacii, Finansovyj vestnik: finansy, nalogi, strahovanie, buhgalterskij uchët, 2012, no 12, pp. 11–15.

4. Skopich O.A. Kak pravil'no uchët' riski i faktory uspeha pri ocenke stoimosti innovacionnogo proekta, Upravlenie v kreditnoj organizacii, 2012, no 2, pp. 57–67.

5. Solonenko A.A., Cherkasova G.G. Informacionnye vozmozhnosti sovremennogo buhgalterskogo ucheta v period stanovlenija innovacionnoj jekonomiki, Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchët, 2011, no 41, pp. 26–30.

Рецензенты:

Сапрыкина Н.В., д.э.н., профессор, зав. кафедрой теории экономики, менеджмента и права, «Донской государственный аграрный университет», п. Персиановский;

Фетюхина О.Н., д.э.н., профессор кафедры управления и предпринимательства, «Донской государственный аграрный университет», п. Персиановский.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 657.47.01

РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНОГО МЕТОДА УЧЕТА ЗАТРАТ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Гедгафова И.Ю., Шогенцукова З.Х., Нагоев А.Б.

ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: Gedgafova.irina@mail.ru

В условиях, когда каждое предприятие должно самостоятельно управлять своей производственной деятельностью, главным становится грамотное и рациональное выстраивание системы информационно-обеспечения процесса управления затратами. Своевременность обеспечения принимаемого решения по производственной деятельности предприятия информацией о затратах позволяет минимизировать общие производственные затраты и устранять негативные явления производства на стадии их возникновения, и зависит от того, насколько информация об уровне затрат оперативна. Одним из наиболее эффективных методов, позволяющих решать подобного рода задачи, является нормативный метод учета затрат, охватывающий на предприятиях вопросы подготовки и организации производства, нормирования затрат, планирования, учета производства, контроля и анализа себестоимости. С этих позиций исследование проблем организации и методологии нормативного учета как основы системы информационного обеспечения управления издержками производства продукции в условиях рыночной конкуренции приобретает важное научное и практическое значение. В целом изучение применения нормативного метода учета затрат является важным, так как на многих предприятиях можно обнаружить недостатки в использовании материальных и трудовых ресурсов, в организации производства, снабжении, нормировании и выявить имеющиеся внутренние резервы. Выявляя отклонения, их причины и виновников, заостряется внимание на том, где возникли неполадки и сколько можно потерять в каждом конкретном случае, а самое главное, что можно сделать, чтобы таких потерь не было.

Ключевые слова: себестоимость продукции, нормативный метод, затраты, отклонения, нормирование, нормы

THE DEVELOPMENT OF THE STANDARD METHOD OF COST ACCOUNTING IN MODERN CONDITIONS

Getgafova I.Y., Shogentsukova Z.K., Nagoev A.B.

The Kabardino-Balkarian state university of K.M. Berbekova, Nalchik, e-mail: Gedgafova.irina@mail.ru

In conditions, when every company must manage their operations, mainly to become competent and rational building information systems management costs. Timely provision of decisions on the company's production activity cost information, allowing to minimize total production costs, and to eliminate the negative effects of production on the stage, and depends on how much information about the level of operational costs. One of the most effective methods to solve this kind of tasks is the standard method of cost accounting, covering the questions concerning the preparation and organization of the production, regulation, cost, planning, production accounting, control and cost analysis. From this perspective, the study of problems of organization and methodology of normative accounting as the basis of the information management system to control the costs of production in the conditions of market competition becomes important scientific and practical importance. In General, the study of the application of the standard method of cost accounting is important as many companies you can find disadvantages in the use of material and human resources in the organization of production, supply, rationing and identify existing internal resources. Identifying deviations, their causes and culprits, look, where there was not the.

Keywords: cost of production, regulatory method, costs, variances, standards, standards

В настоящее время перед многими промышленными предприятиями стоит проблема экономии ресурсов. При этом не все предприятия имеют возможность внедрять современные ресурсосберегающие технологии. Поэтому все большее значение приобретают нормативные методы планирования и стимулирования хозяйственной деятельности, в том числе и нормативный метод учета затрат и калькулирования себестоимости продукции.

В соответствии с Типовыми указаниями по применению нормативного метода учета затрат на производство и калькулированию нормативной (плановой) и фактической себестоимости продукции (работ) [1] в основе системы нормативного учета лежат следующие важнейшие принципы:

– предварительное нормирование затрат и исчисление нормативной себестоимости единицы продукции;

– систематический и своевременный учет изменений норм (по мере внедрения оргтехмероприятий) и определение влияния этих изменений на себестоимость продукции;

– предварительный контроль затрат на основе первичных документов и фиксирование отклонений от норм в момент их возникновения с одновременным выявлением причин и виновников;

– ежедневная информация об отклонениях от норм.

Гильде Э.К. отмечает, что некоторые из приведенных выше особенностей присущи и другим методам учета. Так, на каждом предприятии используются те или иные

действующие нормы затрат, учитываются изменения этих норм в случае изменений в технологии производства, в комплектации изделий и их конструкции. Однако только при нормативном учете имеется строго определенная система разработки и учета норм затрат, их изменения, фиксации причин изменений, тесная связь организации учета затрат с исходной технической и технологической документацией, определенный порядок выявления и отражения отклонений фактических затрат от установленных норм. Именно эта система создает неразрывную связь бухгалтерского учета затрат с работой по подготовке производства и обеспечению последнего необходимыми ресурсами, благодаря ей, возможен контроль за затратами, своевременное выявление отклонений от установленных норм затрат и причин, вызывающих эти отклонения.

Теоретические основы нормативного учета разрабатывались в советской экономической литературе на протяжении многих десятилетий. В экономической, особенно зарубежной, литературе распространено представление о том, что советский нормативный метод учета получил свое развитие на основе американского метода «Стандарт-кост», разработанного в начале XX в. Как отмечает Керимов В.А., после изучения системы «Стандарт-кост» Либерман Е.Г. и Жербак М.Х. представили ее в модифицированном виде как нормативный метод учета затрат [2].

По мнению Ларионова А.Д., идея нормативного учета высказывалась в русской учетной литературе гораздо раньше. Так, русский бухгалтер Фельдгаузен Э.Э. делил затраты на «нормальные» (нормативные) и «уклонения». «Собирая и группируя эти уклонения, или «ненормальности», в целесообразные итоги, – писал он, – мы получим перечень условных результатов за данный период времени (от покупок, накладных расходов, видоизменений и продаж), могущий дать нам наглядное и точное представление об успехах дела во всех его подробностях» [3].

Позднее эти идеи разрабатывались в трудах Амосова Н., который в 1923 г. предлагал установить систему нормалей для издержек производства и систему стандартов для продуктов производства.

Ларионов А.Д. считает, что система «Стандарт-кост», которая специально изучалась делегацией советских бухгалтеров в США в 1929 г., лишь способствовала ускорению разработки и применению советского нормативного метода, являющегося оригинальным самостоятельным

методом учета затрат и калькулирования себестоимости [3].

Впервые этот метод был внедрен в 1930 г. на харьковском заводе «Серп и молот». В довоенные годы он применялся на ленинградских заводах «Электросила», «Севкабель», «Полиграф-маш», «Красногвардеец» и др.

Нормативный метод может успешно применяться во всех отраслях производства. Для его практического осуществления требуются определенные предпосылки, в частности: четкая разработанность технологической схемы производства; система норм и нормативов трудовых и материальных затрат на изготовление деталей, узлов и изделий, норм износа инструментов и приспособлений, смет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, общепроизводственных, общехозяйственных, внепроизводственных и других расходов; учетные цены на потребляемые сырье, материалы и покупные полуфабрикаты; твердые пооперационные расценки за выполнение работ; оснащение производства необходимыми весоизмерительными приборами и приспособлениями; внедрение вычислительной техники.

Указанные предпосылки в современных условиях, как правило, существуют или могут быть созданы. Однако нормативный метод учета предъявляет к решению данных вопросов особенно высокие требования, поэтому уже сам процесс его внедрения оказывает благотворное воздействие на совершенствование планирования нормативного хозяйства, общее улучшение организации и повышение культуры производства. Углубление этих предпосылок в процессе подготовки и внедрения нормативного метода способствует развитию специализации производства, упорядочению системы контроля качества продукции, улучшению нормирования, планирования и учета материальных ценностей, выработки, движения полуфабрикатов в производстве и т.д.

Важнейшие условия внедрения нормативного метода – нормы и нормативы, к качеству которых предъявляются особенно высокие требования. Научно обоснованные нормы являются одним из важнейших условий осуществления предварительного контроля издержек производства. Завышение норм расхода материалов не только не способствует бережному и эффективному их использованию, но и создает условия для хищений и злоупотреблений, обеспечивает возможность выпуска неучтенной продукции. Занижение норм выработки нарушает необходимые соотношения в темпах роста производительности труда и заработной

платы, снижает возможности ускорения темпов развития производства, приводит к диспропорциям в народном хозяйстве.

Нормативный метод является мощным средством совершенствования нормативного хозяйства. Систематический учет отклонений и изменений норм, постоянный контроль и анализ их уровня, тенденций, причин и виновников постоянно приковывают внимание к нормам, неизбежно требуют их развития и совершенствования. Чрезмерно высокие размеры экономии материалов говорят о завышении норм их расхода. Показатели нормативной себестоимости конкретных видов продукции имеют неограниченную сопоставимость. При анализе качества норм можно делать сопоставления не только с нормативными затратами других аналогичных предприятий внутри региона, отрасли или народного хозяйства, но и с современными достижениями соответствующего производства во всем мире, с мировыми стандартами, с показателями материалоемкости соответствующих изделий.

При нормативном методе вполне очевидными становятся имеющиеся недостатки и в нормировании труда. Во многих случаях нормы выработки существенно перевыполняются при относительно низких темпах роста производительности труда. Сроки пересмотра норм необоснованно удлинняются. Не всегда нормы пересматриваются даже при осуществлении технико-экономических мероприятий. Вопрос о пересмотре норм нередко ставится лишь при их значительном перевыполнении, что сдерживает рост производительности труда и препятствует мобилизации имеющихся резервов ее повышения. Все это свидетельствует об отсутствии подлинно научного подхода к нормированию.

Последовательное осуществление принципов нормативного учета выявляет все указанные недостатки в нормативном хозяйстве и способствует их быстрому устранению. Поэтому, хотя обоснованность норм и служит важной предпосылкой применения нормативного метода, имеющиеся недостатки в нормах не могут служить причиной отказа от его внедрения.

Бухгалтерия в условиях применения нормативного метода осуществляет прежде всего учет отклонений и изменений норм, разработку нормативных и отчетных калькуляций, системный контроль за формированием и снижением себестоимости. Большая работа, особенно в период подготовки к внедрению нормативного метода, возлагается на другие экономические и технические службы предприятия. Так, служба главного конструктора подготавливает

спецификации наборов и узлов; главного технолога – разрабатывает технологические карты, маршрутные листы, цеховые списки деталей и изменения к ним, карты раскроя, карты поддетальных норм, оформляет извещения об изменении норм и т.д.; материально-технического снабжения – устанавливает нормы складских запасов, учетные цены, нормативы и сметы транспортно-заготовительных и складских расходов; технико-экономического планирования – разрабатывает детализированные нормы затрат, нормы использования ресурсов, выработки, времени, расценки, нормативный выход продукции, нормативную себестоимость, нормы потерь и брака и т.д. Важная роль отводится службам оперативного управления производством, сбыта, отделам финансов, труда, кадров, главного механика, главного энергетика, главного металлурга и др. На предприятии должны быть разработаны четкий план распределения обязанностей между соответствующими службами и график выполнения работ по подготовке к внедрению и повседневному осуществлению нормативного метода.

План подготовки и внедрения нормативного метода складывается из этапов обследования предприятия, разработки и проведения подготовительных мероприятий по переходу на нормативный метод учета, практического освоения принципов нормативного метода при параллельном сохранении предшествующего метода сводного учета затрат на производство. Заключительный этап внедрения – полное осуществление принципов нормативного метода учета затрат и калькулирования себестоимости продукции, включая сводный учет затрат на производство, а также планирование перспектив его дальнейшего углубления, развития и совершенствования.

По мнению Олохтоновой Э.А., на каждом этапе внедрения нормативного метода необходимо проводить оценку качества его внедрения. Для этого предлагается использовать ряд показателей:

1. Коэффициент обновления (изменения) норм:

$$K_{\text{обн.н.}} = N_{\text{изм.}} / N, \quad (1)$$

где $N_{\text{изм.}}$ – количество измененных норм за отчетный период; N – общее количество применяемых норм.

2. Коэффициент качества применяемых норм:

$$K_{\text{кач.н.}} = N_{\text{тех.об.}} / N, \quad (2)$$

где $N_{\text{тех.об.}}$ – количество технически обоснованных норм; N – общее количество применяемых норм.

3. Удельный вес недокументированных (документированных) отклонений в общей сумме отклонений:

$$Y_{н.о} = H_o \cdot 100/O, \quad (3)$$

где H_o – недокументированные отклонения; O – общая сумма отклонений.

Такой расчет целесообразно проводить как в разрезе отдельных вводов затрат, так и в целом по себестоимости [4].

Особое внимание в рамках использования нормативного учета следует уделять бухгалтерскому учету отклонений фактических затрат от нормативных. Производственные предприятия в случае организации синтетического учета готовой продукции по нормативной себестоимости в соответствии с действующим Планом счетов могут применять счет 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)». Этот счет предназначен для обобщения информации о выпущенной продукции, сданных заказчиком работах и оказанных услугах за отчетный период и выявления отклонений фактической производственной себестоимости этой продукции, работ, услуг от нормативной (плановой) себестоимости. Организации используют этот счет при необходимости.

В течение отчетного периода предприятия выпускают из производства и приносят готовую продукцию по нормативной (плановой) себестоимости. В бухгалтерском учете это отражается по дебету счета 43 «Готовая продукция» в корреспонденции со счетом 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)». По окончании отчетного месяца на счете 20 «Основное производство» выявляется фактическая производственная себестоимость выпущенной продукции, которая списывается с кредита этого счета в дебет счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)». Таким образом, на счете 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» информация о выпущенной из производства готовой продукции формируется в двух оценках: по дебету – фактическая производственная себестоимость, а по кредиту – нормативная (плановая) себестоимость.

Сопоставлением дебетового и кредитового оборотов по счету 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» на последнее число месяца определяется отклонение фактической производственной себестоимости произведенной продукции, сданных работ и оказанных услуг от нормативной (плановой) себестоимости. При этом сумма превышения фактической себестоимости над нормативной (плановой) списывается с кредита счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» в дебет счета 90 «Продажи» дополнительной записью. Превышение же норма-

тивной (плановой) себестоимости над фактической, т.е. экономия, сторнируется по кредиту счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» и дебету счета 90 «Продажи». Счет 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» закрывается ежемесячно и остатка на начало следующего месяца не имеет.

Необходимо отметить, что использование в практике работы отечественных производственных предприятий категории нормативной себестоимости в целом приближает отечественную систему учета затрат и калькулирования себестоимости продукции к международно принятой системе учета «Стандарт-кост» [5]. Вместе с тем использование счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» в учетной практике, на наш взгляд, имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Положительным является то, что при применении этого счета отпадает необходимость в составлении отдельных трудоемких расчетов отклонений фактической себестоимости ее по учетным ценам по выпущенной, отгруженной и реализованной продукции, поскольку выявленные отклонения по готовым изделиям списываются непосредственно на счет 90 «Продажи». Однако этот вариант позволяет получить реальную себестоимость реализованной продукции только в том случае, когда продукция выпущена и реализована в одном и том же месяце. Если же часть готовой продукции в течение отчетного периода реализована не полностью и в конце месяца имеется ее остаток на складе, то исчисление фактической производственной себестоимости реализованной продукции и определение финансового результата от реализации могут оказаться неточными. Это связано с тем, что отклонения фактической производственной себестоимости от нормативной (плановой) себестоимости, относящиеся к остаткам готовой продукции на складе, списываются на реализацию продукции в течение отчетного периода.

На наш взгляд, отражение материальных и производственных запасов в балансе предприятия в разных оценках отрицательно влияет на организацию системы учета «Стандарт-кост». С одной стороны, запасы готовой продукции и товары, отгруженные в баланс, отражаются по нормативной себестоимости, а с другой стороны, запасы материалов и незавершенное производство показываются по фактической себестоимости.

В этих условиях считаем целесообразным в плане счетов управленческого учета предусмотреть выделение специальных синтетических счетов для учета и отражения отклонений фактических затрат от нормативных. Для учета отклонений по прямой

оплате труда применять счет 17 «Отклонения по заработной плате», по накладным расходам – 18 «Отклонения по постоянным накладным расходам», 22 «Отклонения по переменным накладным расходам». В этом случае имеется возможность выявленные отклонения списывать напрямую на финансовые результаты деятельности, а не на производство. Следовательно, отпадает необходимость в применении счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)», поскольку себестоимость продукции изначально формируется на счете 20 «Основное производство» по нормативной себестоимости. Это в свою очередь приблизило бы отечественную систему нормативного учета к системе учета «Стандарт-кост».

Список литературы

1. Типовые указания по применению нормативного метода учета затрат на производство и калькулированию нормативной (плановой) и фактической себестоимости продукции (работ). Постановление Минфина СССР от 24.01.1983 № 12, Постановление Госплана СССР от 24.01.1983 № 12, Постановление Госкомитета СССР по ценам от 24.01.1983 № 12, Постановление Центрального статистического управления СССР от 24.01.1983 № 12.
2. Керимов В.Э. Организация управленческого учета по системе «Стандарт-кост» // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – № 3.
3. Ларионов А.Д. Нормативный метод учета. Сущность, опыт и проблемы внедрения. – СДНТП, 1986.
4. Олохтонова Э.А., Тулегенов Э.Т. Организация внедрения нормативного метода учета на предприятии. – М.: Финансы и статистика, 2000.

5. Нормативный метод учета себестоимости (стандарт-кост) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rbsys.ru/print.php?option=public&page=77>. (Дата обращения: 25.08.2014).

References

1. Standard guidelines for application of regulatory accounting of production costs and calculation of regulatory (planned) and actual cost of production (works). The decree of the Ministry of Finance of the USSR from 24.01.1983 No. 12, the Resolution of the Gosplan of the USSR from 24.01.1983 no. 12, the Decree of the USSR state Committee for prices from 24.01.1983 no. 12, the Decision of the Central statistical administration of the USSR from 24.01.1983 no. 12.
2. Kerimov VA Organization of management accounting system «Standard coast» // Audit and financial analysis. 2011. no. 3.
3. Larionov A.D. Regulatory accounting method. The essence of the experience and problems of implementation. – DDNTP, 1986.
4. Allochtonous E.A., Tulegenov AT organizing the implementation of the normative method of accounting in the enterprise. – M.: Finance and statistics, 2000.
5. Standard method of the accounting of prime cost (standard-kost) Electronic resource. Access mode: <http://rbsys.ru/print.php?option=public&page=77>. (Date of the address: 25.08.2014).

Рецензенты:

Татуев А.А., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик;
 Галачиева С.В., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик.
 Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

К ВОПРОСУ О НАЛОГООБЛОЖЕНИИ ПРЕСТИЖНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ В РОССИИ

Гладковская Е.Н.

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), Челябинск, e-mail: ekaterina-1980@mail.ru

Разработана Концепция налогообложения престижного потребления для целей введения налога на роскошь в налоговую практику местных бюджетов Российской Федерации. Учитывались экономическое содержание понятия «роскошь», направления налоговой политики государства на среднесрочную перспективу 2014–2016 гг., опыт зарубежных стран в части налогообложения предметов роскоши и установления ставок налога на роскошь. Для снижения уровня социального напряжения в обществе в качестве налоговых инструментов и рычагов воздействия на субъекты престижного потребления предлагается введение в России налога на роскошь. Разработана Концепция налогообложения престижного потребления, которая включает уточнение понятий «роскошные предметы потребления» и «престижное потребление», основополагающие принципы, цели и направления реализации. Данная Концепция будет направлена на создание условий для увеличения социального потенциала предметов роскоши и превращения уплаты налога в фактор социально-го роста путем перераспределения доходов богатых в социальную сферу страны.

Ключевые слова: роскошь, престижное потребление, налог на роскошь, объекты налогообложения, Концепция налогообложения

TO THE QUESTION OF THE TAXATION OF THE PRESTIGIOUS CONSUMPTION IN RUSSIA

Gladkovskaya E.N.

South Ural state university, Chelyabinsk, e-mail: ekaterina-1980@mail.ru

The Concept of taxation prestigious consumption for the purposes of the introduction of a luxury tax in the tax practice of local budgets of the Russian Federation. Taken into account the economic concept of «luxury», the directions of tax policy for the medium term 2014–2016 biennium, the experience of foreign countries regarding the taxation of luxury goods and the establishment of tax rates on luxury. To reduce social tension in the society as tax instruments and leverage on the subjects prestigious consumption serves Russia's introduction of a luxury tax. The Concept of taxation prestigious consumption, which includes clarifying the concepts of «luxury goods» and «prestigious consumption», the fundamental principles, objectives and areas of implementation. This Concept is aimed at creating conditions to increase the social capacity of the luxuries and the transformation of the tax is paid to the factor of social growth through redistribution of incomes of the rich in the social sphere of the country.

Keywords: luxury, prestigious consumption, luxury tax, interest tax, the Concept of taxation

Роскошь представляет собой социально-экономический феномен, связанный с процессом потребления благ. Означает совокупность социальных практик, включающих в себя институционализированное демонстративное потребление дорогостоящих благ, часто с последующим их уничтожением [1]. Позволить себе приобретение предметов роскоши могут только состоятельные слои общества.

Многие страны с целью борьбы с социальным неравенством в получении доходов и их перераспределении (включая уплату налогов) при реформировании налоговой системы вводят меры, направленные на оптимальное распределение налоговой нагрузки для всех налогоплательщиков. Одной из таких мер является налог на роскошь, представляющий собой обложение предметов, потребление которых свидетельствует о богатстве или об относительной зажиточности.

В некоторых странах этот налог прогрессивный (чем больше стоимость объекта налогообложения, тем больше сумма налога). Ставки дифференцируются в зависимости от цели введения данного налога государством, это объясняется экономической политикой, инфляционными ожиданиями, ростом или спадом ВВП, темпами экономического роста, дефицитом бюджета, социальным расслоением общества и т.д. [2].

Применение налога на предметы роскоши в России обсуждается Правительством в течение нескольких лет. Однако введение данного налога откладывалось до неопределенного времени. В последние годы особо остро стоит проблема социального расслоения общества, что повышает актуальность необходимости введения налога на роскошь.

Цель исследования – анализ действующей практики налогообложения предметов

роскоши за рубежом и разработка Концепции налогообложения престижного потребления, адекватной к применению в налоговой системе Российской Федерации.

В процессе исследования применялись такие **методы**, как наблюдение и сбор фактов, анализ и синтез, индукция и дедукция, выдвижение гипотез.

Говоря об эффективности налога на роскошь на примере зарубежных стран, следует сказать, что больше всего поступлений, связанных с этим налогом, приносит обложение налогом на роскошь дорогой недвижимости. Налоговые ставки и объекты налогообложения роскоши в некоторых зарубежных странах представлены в табл. 1.

Таблица 1

Объект налогообложения и ставка налога на роскошь

Страна	Объект налогообложения	Ставка	Примечания
Испания	Имущество стоимостью более 700 тыс. евро	0,2–2,5%	При оценке объектов недвижимости используется кадастровая стоимость
Турция	Некоторые предметы роскоши и автомобили	7–40,0%	
Китай	Часы, парфюмерия, одежда, вино, электротовары, автомобили	3–50,0%	
Чили	Предметы роскоши	50,0–85,0%	
Алжир	Предметы роскоши	20,0–100,0%	
Греция	Автомобили с объемом двигателя 1929 куб. см и более, бассейны, авиапланеры, вертолеты и самолеты	До 40,0%	Ежегодный фиксированный платеж для яхт длиной до 12 м
	Яхты длиной: от 7 м до 8 м, от 8 м до 10 м, от 10 м до 12 м, от 12 м	200 евро 300 евро 400 евро 100 евро за каждый метр длины	
Франция	Имущество стоимостью от 1,3 до 3 млн евро.	0,25%	Объектом налога на роскошь признаются недвижимость, банковские счета, ценные бумаги
	Имущество стоимостью свыше 3 млн евро.	0,50%	
Великобритания	Недвижимость стоимостью 125–250 тыс. фунтов стерлингов	1,0%	Планируется повышение ставки налога на роскошь по объектам недвижимости стоимостью свыше 1 млн. фунтов стерлингов до 7,0%.
	Недвижимость стоимостью 251–500 тыс. фунтов стерлингов	3,0%	
	Недвижимость стоимостью 501–1000 тыс. фунтов стерлингов	4,0%	
	Недвижимость стоимостью выше 1 млн фунтов стерлингов	5,0%	
Тунис	Предметы роскоши	50,0–85,0%	
Казахстан	Транспортные средства с объемом двигателя: от 4000 до 5000 куб. см, свыше 5000 куб. см	130 МРП 200 МРП	МРП – минимальный размер оплаты труда (с 01.01.2014 составляет 19 966 тенге)
Украина	Недвижимость	0,5%	Объектами налога на роскошь признаются дома с площадью от 250 кв. м и квартиры с площадью больше 120 кв. м
	Самолеты, суда, вертолеты	1,0%	

В феврале 2012 г. В.В. Путин анонсировал введение в стране налога на роскошь. Налогом предлагалось облагать «огромные доли земельный участок, колоссальный самолет, суперяхту, суперавтомобиль», находящиеся в собственности у граждан [3]. Но уже в мае 2012 г. Правительство заявило об отказе от введения отдельного налога – налога на

роскошь, и предложило усовершенствование налога на недвижимость и повышение транспортного налога. Поэтому, что касается России, то в нашей стране в Налоговом кодексе как таковой «налог на роскошь» не прописан.

В документе Министерства финансов РФ «Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2014 год

и плановый период 2015 и 2016 годов» присутствует термин «престижного потребления», под которым органы власти подразумевают использование предметов роскоши. Налогообложение престижного потребления в налоговой политике определено как «мера, способствующая повышению доходов бюджетной системы РФ» [4]. Но объектом налогообложения пока являются только дорогие транспортные средства, стоимостью от 3 млн руб. Соответствующий Федеральный закон № 214-ФЗ, регулирующий внесение изменений в статью 362 (главы 28 «Транспортный налог») части второй Налогового кодекса Российской Федерации в части налогообложения престижного потребления подписан Президентом РФ 23.07.2013. В нем говорится об исчислении суммы налога с учетом повышающих коэффициентов [5].

Для целей налогообложения порядок расчета средней стоимости легковых автомобилей будет определяться федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере торговли, на основании статистических данных, данных таможенной статистики и данных о сделках на соответствующие марки, модели легковых автомобилей и их модификации.

При введении в нашей стране налога на роскошь как такового необходимо учитывать западный опыт и возможность использовать положения тех стран, где система налогообложения предметов роскоши работает достаточно эффективно и обеспечивает государственный бюджет значительными суммами поступлений. В связи с чем предлагается налог на предметы роскоши включить в систему налогообложения России как разовый сбор при купле-продаже дорогой недвижимости, земельных участков и транспортных средств. Тем самым обеспечится высокая собираемость налога и, по сути, его уплата «не отходя от кассы». Что касается индивидуального жилищного строительства дорогих особняков, то стоимость этих объектов будет определена государственной кадастровой системой.

Кроме того, для внедрения в систему налогообложения России нового вида налога – налога на роскошь – предлагается следующее:

1. Необходимо уточнение понятия «роскошные предметы потребления» и «престижное потребление». В связи с чем для целей налогообложения объектов роскоши под «роскошными предметами потребления» следует понимать объекты движимого имущества (автомобили, самолеты, вертолеты, яхты и другие водные средства, отличные от яхт) стоимостью от 3 млн руб. и объекты недви-

жимого имущества стоимостью от 5 млн руб. (для земельных участков) и от 7,5 млн руб. (для квартир, коттеджей, загородных домов), приобретаемые для личного потребления физическими лицами. Престижное потребление при этом будет определено как использование роскошных предметов потребления физическими лицами в личных целях.

2. Налог на роскошь предлагается отнести к группе местных налогов, несмотря на то, что стоимость данных объектов имущества в разных регионах и муниципалитетах отличается. Поэтому при определении стоимости объектов движимого и недвижимого имущества исходим из предположения о том, что нельзя сравнивать стоимость жилья в российской столице и небольшом муниципалитете для оценки и расчета налога на роскошь, потому что данное жилье будет иметь разную рыночную стоимость и стоить дороже в крупном городе федерального значения, чем в небольшом городе (по своим геополитическим и общероссийским позициям). То же касается и земельных участков.

Предлагается установить пороговое значение отнесения жилой недвижимости (квартир, загородных домов) к «роскошной» при ее рыночной стоимости от 7,5 млн руб., земельных участков – от 5 млн руб., автомобилей – от 3 млн руб., для всех городов и регионов России, исключая города федерального значения, Москву и Санкт-Петербург. Для этих городов устанавливается пороговое значение отнесения жилой недвижимости (квартир, загородных домов) к «роскошной» при ее рыночной стоимости от 30 млн руб., земельных участков – от 20 млн руб., автомобилей – от 3 млн руб.

3. При введении налога на роскошь следует учесть категорию владельцев объекта недвижимости: или это государственный служащий, проживающий в «дорогой» квартире (по сегодняшней оценке этого жилья и отнесения данного жилья к объекту обложения), или это ветеран войны, получивший квартиру от государства за заслуги перед Отечеством. В связи с чем актуальным было бы внедрение налога на роскошь для соответствующих объектов движимого и недвижимого имущества, приобретенных с 01.01.2015 г.

4. Предлагается сделать налог на роскошь разовым сбором при приобретении «роскошных» объектов движимого и недвижимого имущества, то есть уплата данного налога будет осуществляться сразу при совершении сделки купли-продажи данного имущества. При индивидуальном строительстве загородных домов стоимость налога будет определена и уплачена в бюджет при государственной регистрации земельного участка и загородного дома. В случае

приобретения автомобиля стоимостью от 3 млн руб. налог также будет уплачен сразу (то есть налог будет удержан продавцом-дилером и перечислен в бюджет).

В большинстве стран мира, где действует подобная система, налог взимается именно при покупке соответствующих предметов роскоши как разовый сбор. С точки зрения собираемости такое решение является более эффективным и правильным.

Чтобы налог на роскошь начал «работать», необходима разработка Концепции налогообложения престижного потребления на государственном уровне, включая установление ставки налогов по прогрессивной шкале (в зависимости от роста стоимости объектов имущества).

Основными принципами создания Концепции налогообложения предметов роскоши являются следующие:

1. Эффективность системы налогообложения предметов роскоши.
2. Зависимость размера налога от рыночной стоимости приобретаемого объекта налогообложения (предмета роскоши).
3. Справедливость распределения налогового бремени.
4. Увеличение налогового бремени состоятельных граждан.
5. Контроль полноты и своевременности уплаты налога на роскошь в муниципальный бюджет.

Так как введение нового налога определяет своей миссией перераспределение доходов богатых в пользу бедных, то новый налог – налог на роскошь – будет реализовывать, прежде всего, социальные цели и задачи государства (в лице муниципалитета). Тем не менее помимо этих целей государство должно также преследовать иные цели.

Итак, целями создания Концепции налогообложения предметов роскоши являются:

1. Социальные цели, которые направлены на стимулирование развития социальной политики в стране за счет собираемости нового вида налога – налога на роскошь – и его перераспределения на реализацию определенных социальных программ поддержки менее обеспеченных слоев населения в муниципалитете.
2. Социально-политические цели, которые направлены на справедливое распределение налогового бремени между налогоплательщиками в зависимости от стоимости имущества, которым они владеют.
3. Финансовые цели, которые направлены на создание новой доходной части муниципального бюджета, получение средств для финансирования социальных программ.
4. Экономические цели, которые направлены на реальную оценку объектов налогоо-

бложения роскоши по рыночной стоимости, что обеспечит высокую доходность налога на роскошь в муниципальном бюджете.

5. Правовые цели, которые направлены на внесение соответствующих изменений в налоговое законодательство Российской Федерации в части дополнения Налогового кодекса новой главой, связанной с налогом обложением престижного потребления.

6. Административные цели, которые направлены на организацию эффективного муниципального учета объектов налогообложения роскоши (предметов роскоши) и контроль собираемости налога на роскошь по итогам сделки купли-продажи. Это обеспечит уплата налога в момент купли-продажи транспортного средства, земельного участка, квартиры или загородного дома (то же касается строительства дома). В противном случае будет задержана выдача свидетельства государственной регистрации права собственника на земельный участок или дом, а также выдача паспорта транспортного средства.

Концепция предусматривает развитие следующих направлений:

1. Правовое обеспечение. Предполагает правовое обеспечение нового вида налога – налога на роскошь, которое будет реализовано путем внесения соответствующих изменений в Налоговый кодекс и добавления новой главы «Налог на предметы роскоши». Таким образом, предлагается усовершенствовать нормативно-правовые документы, касающиеся системы налогообложения России, в части внесения изменений в Налоговый кодекс.

2. Информационное обеспечение потенциальных покупателей объектов роскоши. Позволит покупателям осознанно совершать сделки купли-продажи с дорогими квартирами, загородными домами (включая индивидуальное жилищное строительство), транспортными средствами и нести налоговую ответственность в соответствии с нормами новой главы «Налог на предметы роскоши». При этом основой информационной системы в части стоимости объектов роскоши станут:

- первичный и вторичный рынок купли-продажи дорогой недвижимости, транспортных средств, которые предоставят информацию относительно стоимости приобретаемых объектов роскоши;
- кадастр недвижимости (по объектам жилой недвижимости, попадающим в категорию роскоши). При этом следует иметь в виду, что с 01.01.2015 вводится период перехода определения стоимости недвижимости для целей уплаты налога на недвижимость по кадастровой (а не инвентаризационной, как было до 2014 года включительно) стоимости, которая будет максимально приближена к рыночной стоимости объектов.

3. Эффективное налогообложение предметов роскоши. Предполагает установление эффективных ставок налога на роскошь с прогрессивной шкалой налогообложения в зави-

симости от стоимости предметов роскоши, что повысит уровень доходов муниципального бюджета в связи с новым налогом. Ставки налога на роскошь представлены в табл. 2.

Таблица 2

Предлагаемые ставки налога на роскошь по объектам налогообложения

Стоимость объекта налогообложения	Ставка налога, %
В отношении квартир, загородных домов:	
от 7,5 до 20 млн руб.	0,5
от 20 до 50 млн руб.	1,0
от 50 до 100 млн руб.	2,0
свыше 100 млн руб.	3,0
В отношении земельных участков:	
от 5 до 15 млн руб.	0,5
от 15 до 50 млн руб.	0,7
от 50 до 100 млн руб.	1,5
свыше 100 млн руб.	3,0
В отношении транспортных средств:	
от 3 до 5 млн руб.	1,0
от 5 до 10 млн руб.	3,0
от 10 до 50 млн руб.	5,0
свыше 50 млн руб.	7,0

4. Финансирование объектов социальной сферы. Предполагает разработку на уровне муниципалитета новых социальных программ (например, жилищная поддержка молодых семей, дополнительное медицинское обеспечение многодетных семей, поддержка пенсионеров, ветеранов и др.).

Принятие предлагаемой Концепции призвано достичь следующих результатов:

- изменение отношений на рынке купли-продажи «роскошного» движимого и недвижимого имущества (путем попытки изменения социальной несправедливости за счет внедрения налогообложения предметов роскоши);
- увеличение поступлений в муниципалитет от купли-продажи объектов роскоши (квартир, загородных домов, коттеджей, земельных участков, транспортных средств – объектов налогообложения престижного потребления).

Таким образом, предложенная Концепция налогообложения престижного потребления будет направлена на повышение эффективности налоговой системы России, создание условий для увеличения социального потенциала предметов роскоши и превращения уплаты налога в фактор социального роста путем перераспределения доходов богатых в социальную сферу страны.

Список литературы

1. Роскошь: Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EE%F1%EA%EE%F8%FC> (дата обращения: 02.08.2014).
2. Николаева Е.В. Сравнительный анализ налога на роскошь в зарубежных странах. Оценка перспектив для России // Экономика и менеджмент инновационных технологий. –

2014. – № 5 [Электронный ресурс]. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/05/5225> (дата обращения: 21.07.2014).

3. Сазонова Ю.М. Налог на роскошь в России и за рубежом // Законность и правопорядок в современном обществе. – 2013. – № 16. – С. 83–89.

4. Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов. [Электронный ресурс]. URL: http://minfin.ru/ru/tax_relations/policy/index.php (дата обращения: 21.07.2014).

5. Федеральный закон от 23.07.2013 № 214-ФЗ «О внесении изменений в статью 362 части второй Налогового кодекса РФ» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/70419070/> (дата обращения: 21.07.2014).

References

1. Luxury: from Wikipedia, the free encyclopedia. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EE%F1%EA%EE%F8%FC> (accessed 2 August 2014).
2. Nikolaev E.V. Comparative analysis of a luxury tax in foreign countries. The assessment of the prospects for Russia. *Economics and management of innovative technologies*, 2014, no. 5. Available at: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/05/5225> (accessed 21 July 2014).
3. Sazonova, Y.M. Luxury Tax in Russia and abroad. *Law and order in modern society*, 2013, no. 16, pp. 83–89.
4. *Main directions of tax policy of the Russian Federation for 2014 and the planning period of 2015 and 2016 years*. Available at: http://minfin.ru/ru/tax_relations/policy/index.php (accessed 21 July 2014).
5. *Federal law dated 23 July 2013 no. 214 «On amendments to article 362, part two of the Tax code of the Russian Federation»*. Available at: <http://base.garant.ru/70419070/> (accessed 21 July 2014).

Рецензенты:

Кучина Е.В., д.э.н., доцент, профессор кафедры «Экономика и финансы», ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), г. Челябинск;

Лысенко Ю.В., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Экономика и управление на предприятии», ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 338.1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА «МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО» КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Густап Н.Н.

*ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: gustapn@mail.ru*

На основе статистических данных приведены формулы расчета темпов роста ВВП, необходимых для достижения уровня развитых стран. Рассмотрена основная конфигурация инновационного пути развития на основе ряда наукоемких отраслей. Обозначена проблема количественного участия государства и частного бизнеса в инновационных преобразованиях. Определена роль государства в программах поддержки экономики. Особое внимание уделено необходимости институциональных реформ, способствующих созданию механизма взаимодействия государства, бизнеса, гражданского общества как субъектов инновационного развития. Обоснована роль технологической платформы (ТП) в качестве интегрального инструмента решения экономических (технологическая модернизация, повышение конкурентоспособности) и социальных проблем (здоровье нации, безопасность, экология), а также ее возможности для стимулирования развития новых рынков высокотехнологичной продукции. Рассмотрено функционирование ТП «Медицина будущего» в качестве практического примера реализации требований по обеспечению населения высокотехнологичными медицинскими услугами.

Ключевые слова: темпы экономического роста, инновационная экономика, технологическая платформа

THE TECHNOLOGICAL PLATFORM «MEDICINE OF THE FUTURE» AS AN ECONOMIC GROWTH INSTRUMENT

Gustap N.N.

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

On the basis of the statistic data was shown formula for calculating GDP growth rate required to achieve the developed countries level. The article considers innovative way of development on the basis high-tech industries. Problems of the quantitative participation of the state and private business in innovative transformations was discussed. The role of the state in economy support programs was defined. Particular attention is paid to the need for institutional reforms that contribute to the mechanism of interaction between the state, business and civil society as agents of innovation development. The paper substantiates the technology platform (TP) role as an integral tool to solve economic (technological modernization and competitiveness) and social problems (nation's health, safety, environment), as well as its ability to stimulate the new markets of high-tech products development. The article explored TP «Medicine of the future» functioning as a practical example of providing high-tech medical services to population.

Keywords: economic growth rate, innovation economy, technological platform

В статье «Проблемы обеспечения экономического роста в России» автором рассматривалась динамика показателей, характеризующих темпы и качество экономического роста. Особое внимание уделялось периоду 2012-2013 годов. Был сделан основной вывод о переходе к более низкой траектории экономического роста при преимущественно экстенсивном его качестве. Далее необходимо составить предложения для увеличения темпов роста экономики [10].

Цель исследования – расчет темпов роста ВВП, необходимых для достижения уровня, характерного для ведущих стран мирового развития. Определение роли государства и частных структур в продвижении инноваций, а также форм государственного участия и основных направлений государственной поддержки экономики. Обоснование роли технологической платформы

в качестве инструмента интеграции и реализации приоритетов научно-технического развития (на примере функционирования ТП «Медицина будущего»).

Материалы и методы исследования

Использование данных макроэкономической статистики Федеральной статистической службы Российской Федерации и Всемирного банка на основе метода сопоставления данных статистического и математического анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

С какой же интенсивностью России необходимо наращивать темпы? Существуют разные способы расчета темпов роста ВВП.

Согласно «правилу семидесяти» срок удвоения ВВП представляет собой частное от деления числа 70 на темп роста ВВП.

Таким образом, темп роста = 7% в год при удвоении ВВП за 10 лет.

По мнению автора, этого мало, и для расчета темпов роста ВВП больше подойдет другая формула [8]:

$$\text{Темпы роста ВВП (экономического роста)} = \frac{\text{Прирост ВВП}}{\text{ВВП}} \cdot 100, \quad (*)$$

Чтобы увеличить ВВП в 2 раза за 10 лет, необходим темп роста ВВП, равный 10% в год:

$$\text{Темпы роста ВВП (экономического роста)} = 2^{0,2} \cdot 100 = 100/10 = 10\%.$$

Несложные расчеты показывают, что удовлетворительными во всех аспектах для экономики России могут быть темпы экономического роста, превышающие 10%. В этом случае экономика, если и не достигнет за 10–15 лет конечной цели, то максимально сближится с уровнем развитых стран (таблица).

Список стран по ВВП в 2013 году
(номинал) [9]

№ п/п	Страна	ВВП, млн \$
1	США	16 799 700
2	КНР	9 181 377
3	Япония	4 901 532
4	Германия	3 635 959
5	Франция	2 737 361
6	Великобритания	2 635 761
7	Бразилия	2 242 854
8	Россия	2 118 006

Оценивая темпы сближения нашей экономики с развитыми странами, необходимо иметь в виду, что имеющийся внутренний инвестиционный спрос покрывается в настоящее время за счет импорта высокотехнологической продукции.

Согласно исследованию INSTEAD: Глобальный индекс инноваций 2014 года, Россия в этом году заняла 49 место в общем рейтинге, между Таиландом (48) и Грецией (50), поднявшись сразу на 13 позиций по сравнению с 2013 годом. Как отмечается в докладе, сильные стороны России связаны с качеством человеческого капитала (30 место), развитием бизнеса (43), развитием знаний и технологий (34). Показатели развития инфраструктуры остаются на среднем уровне (51 место). Мешают развитию инноваций несовершенные институты (88 место), низкие показатели результатов творческой деятельности (72) и развития внутреннего рынка (111). Среди стран БРИКС Россия занимает второе место после Китая (29 место, при этом рейтинг Китая теперь сопоставим с рейтингом многих стран с высоким уровнем дохода), обгоняя Южную Африку (57), Бразилию (61) и Индию (76).

Глобальный индекс инноваций составлен из 80 различных переменных, которые детально характеризуют инновационное

развитие стран мира, находящихся на разных уровнях экономического развития.

В 2014 году исследование охватывает 143 страны, которые в совокупности производят 99,5% мирового ВВП и в которых проживает 95% населения планеты [13].

Преимущества России связаны с наличием развитой научно-производственной базы, значительных фундаментальных и технологических заделов, квалифицированных научных и инженерных кадров. В то же время на развитие инноваций, образования и науки выделяется в 2–3 раза меньше ресурсов относительно ВВП, чем в государствах – членах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в среднем [12].

Глобальный экономический кризис 2008 года стимулировал переосмысление главенствующих экономических теорий, в частности роли государства в экономическом развитии. Согласно некоторым теориям, мир переходит от индустриальной стадии развития к инновационной. Поэтому выход из кризиса связан с трансформацией производственной базы ведущих стран за счет распространения новых технологий. Формирование новой технологической базы сыграет в дальнейшем развитии такую же фундаментальную роль, которую в середине XX века выполняла крупная машинная индустрия, а после 1970-х годов – микроэлектроника и компьютерные системы [17]. В долгосрочной перспективе рост мировой экономики будет определяться темпами научно-технического прогресса, возможностями использования капитальных и человеческих ресурсов. В настоящее время ОЭСР предложено выделять четыре высокотехнологичных отрасли промышленности, для которых характерно наиболее высокое значение наукоёмкости: авиакосмическая промышленность, производство вычислительных машин, электронная промышленность и производство коммуникационного оборудования, фармацевтическая промышленность [3].

Автор согласен с экономистами, которые считают, что возможности развития, имевшиеся в России до кризиса 2008–2009 гг., исчерпаны. В настоящее время требуется иная концепция экономического роста, в связи с чем активизировалось обсуждение общих принципов стимулирования инновационной экономики. Возникли точечные

проекты инновационного развития, сконцентрированные на определенных территориях (Сколково, Томск) или направленные на отдельные секторы научно-технического развития. Одновременно начали свою работу две комиссии по модернизации и технологическому развитию – под руководством Президента РФ и Председателя Правительства РФ.

Как показывает мировой опыт, экономика не может самостоятельно преодолеть кризис. Посткризисное состояние российской экономики таково, что основной спрос на научно-техническую продукцию формируется не бизнесом, а государством. Активизация инвестиционных процессов в реальном секторе на сегодняшний день проблематична в силу финансово-экономических причин. В 2012 году внутренние затраты на исследования и разработки составили около 700 млрд руб. против 610 млрд в 2011 году и 523 млрд в 2010 году [5]. Проблема соотношения денежных вложений в инновации со стороны государства и частного сектора в нашей стране продолжает оставаться актуальной. Российские коммерческие структуры финансируют не больше 20–25% затрат на разработку и внедрение инновационных технологий. При этом в развитых европейских странах доля затрат частного сектора на разработку и внедрение инновационных технологий превышает 65% от общенациональных инвестиций.

Необходимо государственное участие и программа поддержки экономики, в качестве основных направлений которой могут быть выделены: структурная реформа, стимулирующая развитие «точек роста» экономики; стимулирование внутреннего спроса путем поддержки отраслей, ориентированных на внутренний спрос, например, путем системы государственных закупок; налоговое регулирование; субсидирование процентных ставок по кредитам; в контексте нашей проблематики: содействие инновационному обновлению производства, созданию нового технологического уклада; содействие институциональным реформам, создание механизма взаимодействия государства, частного бизнеса, гражданского общества как субъектов инновационного развития.

Ключевая роль в указанном процессе принадлежит государству как инициатору и гаранту достигнутых договоренностей. При этом правительственные инициативы призваны стимулировать также конкуренцию идей и участников. Крупные политические решения 2011 года призваны расширить внешнеэкономическое пространство для взаимодействия заинтересованных агентов. Это присоединение России к ВТО и создание Таможенного союза между отдельными государствами СНГ.

Наиболее адекватным инструментом для реализации поставленной задачи являются технологические платформы. Технологические платформы ориентированы на технологическую модернизацию экономики, повышение конкурентоспособности отдельных отраслей, эффективности и снижения ресурсоёмкости сырьевых секторов, решение значимых социальных проблем (здоровье, безопасность, экология, образование, культура), а также на стимулирование развития новых рынков высокотехнологичной продукции и соответственно новых компаний в этих сферах.

В России ключевые области научно-технического прогресса отражены в перечне Приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации гражданского характера, которые в целом отвечают мировым научно-технологическим приоритетам. Среди прочих это науки о жизни, в которой выделяются следующие сегменты рынка: медицинские приборы и оборудование, инновационные препараты на основе биотехнологий, диагностические и лечебные системы на основе молекулярных и клеточных мишеней, ядерная медицина.

Основными драйверами развития области наук о жизни будут являться социально-экономические процессы в обществе [19]. Формирующийся в мире запрос на новое качество жизни требует создания методов диагностики и лечения, основанных на принципах персонализированной медицины, неинвазивных надежных экспресс-технологий мониторинга в домашних условиях, дистанционных методов получения медицинских услуг, характеризующихся профилактической направленностью, безопасностью, высокой эффективностью, чем уже занимается ТП «Медицина будущего».

Следует отметить, что на разработки в области охраны здоровья населения приходится менее 4% ВВП, что противоречит общемировым тенденциям, поскольку все развитые страны изменили структуру расходов в пользу именно этого направления. Эффективность их усилий подтверждается увеличением продолжительности и улучшением качества жизни населения.

Инструментом интеграции, определения и реализации приоритетов в области научно-технологического развития, который позволит преодолеть сформировавшийся дисбаланс в медицинской отрасли и вывести Россию в число ведущих стран по обеспечению высокотехнологичной медициной, может стать технологическая платформа «Медицина будущего».

Технологическая платформа «Медицина будущего» (дата учреждения 4 июля 2012 года) является формой реализации част-

но-государственного партнерства, способом мобилизации возможностей заинтересованных сторон (государства, бизнеса, научного сообщества) и инструментом формирования научно-технической и инновационной политики. Организация-координатор – Сибирский государственный медицинский университет, организационно-правовая форма – Некоммерческое партнерство «Технологическая платформа «Медицина будущего». «Медицина будущего» стала первой официально учрежденной технологической платформой в Российской Федерации [21].

Стратегическая цель ТП «Медицина будущего» – создать сегмент медицины будущего, базирующийся на совокупности «прорывных» технологий, определяющих возможность появления новых рынков высокотехнологичной продукции и услуг, а также быстрого распространения передовых технологий в медицинской и фармацевтической отраслях. ТП «Медицина будущего» должна стать каналом, по которому научные разработки в фармацевтической отрасли могли бы конвертироваться в технологии производства.

Структура медицинского рынка характеризуется значительной импортной составляющей – более 70% в стоимостном выражении. Около 23% импортной продукции от объема российского рынка медицинских изделий не имеют конкурентоспособных российских аналогов. Одной из задач технологической платформы «Медицина будущего» является удовлетворение внутреннего спроса на фармацевтические препараты (за счет снижения импорта) и гармонизация процессов ТП «Медицина будущего» с ТП Евросоюза, стран СНГ для реализации стратегии продвижения технологий и продуктов на внешние рынки.

Платформа ориентирована на следующие секторы экономики: медицина и здравоохранение; химическая промышленность; приборостроение и электроника, производство новых материалов; фармацевтическая промышленность.

В связи с вышесказанным технологическая платформа «Медицина будущего» ставит перед собой такие цели, как доминирование доли отечественной продукции по ключевым товарным группам в РФ и СНГ и повышение качества жизни населения за счет эффективной медицинской помощи на основании инновационных разработок [21].

Выводы

Экономический рост оказывает огромное воздействие на благосостояние населения через свои инструменты. Развитие ведущих мировых экономик обусловлено ростом производительности труда и уровнем активного

долголетия населения. Для развивающихся стран будет характерен догоняющий рост и унификация стандартов потребления в результате процессов глобализации.

Для российской экономики актуальным является максимально эффективное использование экономических и социальных ресурсов экономического роста. Необходимый в среднесрочной и долгосрочной перспективе среднегодовой темп увеличения ВВП около 10% требует значительного роста инвестиций в основной капитал. Несмотря на сырьевую ориентацию экономики, отечественный высокотехнологичный сектор имеет определенные конкурентные преимущества, в том числе и благодаря созданным ранее заделам, научным школам и историческим традициям.

Следует учитывать, что активизация инвестиционных процессов в реальном секторе проблематична в силу ряда финансово-экономических причин. В сложившихся условиях важнейшее значение приобретают меры экономической политики. Стимулировать инвестиционный рост возможно путем создания определенных «точек роста», однако функционировать они должны на основе коммерции и конкуренции. Существуют различные способы государственного стимулирования производителей. В стратегическом плане речь идет о создании определенной инфраструктуры, которая позволит усилить конкурентные позиции российского инновационного производства. Технологическая платформа как институт стимулирования инновационного роста обеспечивает решение ряда задач в рамках взаимодействия производителей, исследователей и государства. Путем объединения финансовых потоков расширяются возможности для коммерциализации технологий. Более эффективная оценка спроса на инновационные продукты создает возможности для привлечения частных инвестиций.

Список литературы

1. Алексеева Н. Что мешает России стать Сколковом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravda.ru/economics/industry/23-12-2013/1186276-nauka-0>.
2. Баландина Г.В., Воловик Н.П., Макаров А.И., Пахомов А.А., Приходько С.В. Поддержка инновационной деятельности: внешнеэкономический аспект. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. – 2012. – С. 18–19.
3. Былинская А.А. К вопросу о роли государства в совершенствовании механизмов научно-технического развития // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2005. – № 1. – С. 184–189.
4. ВВП России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://newsruss.ru/doc/index.php/ВВП_России.
5. Внутренние затраты на исследования и разработки. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_13/IssWWW.exe/Stg/d3/21-20.htm.

6. Всемирный банк. Номинальный ВВП России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.worldbank.org/eca/russian>.

7. Галкин А.И. Наукоемкий и высокотехнологичный сектор как основа устойчивого роста Российской экономики // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2005. – № 3. – С. 61–69.

8. Герасимов Б.И. Экономическая теория. Ч2. Макроэкономика. Переходная экономика. – Тамбов.: ТГТУ, 2009. – 204 с.

9. Глобальный рейтинг стран и территорий мира по показателю валового внутреннего продукта. Рассчитан по методике Всемирного банка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf>.

10. Густап Н.Н. проблемы обеспечения экономического роста в России // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9 (часть 11). – С. 2511–2515.

11. Дасковский В.Б., Киселев В.Б. О неоиндустриальной модели и стратегии развития экономики // Экономист. – 2013 – № 6. – С. 34–49.

12. Земцов А.А., Макашева Н.П., Макашева Ю.С. Инновационно-ориентированная экономика: проблемы развития и поддержки научно-образовательного комплекса // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2009. – № 3. – С. 71–81

13. Исследование INSEAD: Глобальный индекс инноваций 2014 года. Центр гуманитарных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gtmarket.ru/news/2014/07/18/6841>.

14. Карачаровский В. Ресурсы инновационного роста в России // Общество и экономика (Москва). – 2011. – № 10. – С. 5–22

15. Кучуков Р. Государственный сектор и его роль в Стратегии-2020 // Экономист. – 2011. – № 9. – С. 11–12.

16. Максимов Ю., Митяков С., Митякова О., Факеева Т. Инновационный мультипликатор и экономический рост // Инновации. – 2004. – № 5 (72). – С. 23

17. Мау В. Экономика и политика в 2011 году: глобальный кризис и поиск новой модели роста // Вопросы экономики (Москва). – 2012. – № 2. – С. 4–26

18. Правило семидесяти. Библиотека словарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.slovamnik.ru/html_tsot/p/pravilo.html.

19. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06.

20. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года. Президент России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kremlin.ru/ref_notes/424.

21. Технологическая платформа «Медицина будущего». О платформе. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tp-medfuture.ru>.

22. Хажеева М.А. Роль экономического роста в повышении благосостояния // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2012. – № 1. – С. 5–9.

23. Jackson T. Prosperity without growth. – Routledge, 2009. – 288 p.

24. Victor P.A. Managing without Growth. Slower by Design, not Disaster. – Edward Elgar Publishing Limited. – 2008. – 260 p.

References

1. Alekseeva N. Chto meshaet Rossii stat' Skolkovom. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.pravda.ru/economics/industry/23-12-2013/1186276-nauka-0>.

2. Balandina G.V., Volovik N.P., Makarov A.I., Pahomov A.A., Prihod'ko S.V. Podderzhka innovacionnoj dejatel'nosti: vneshnejekonomicheskij aspekt. M.: Izdatel'skij dom «Delo» RANHiGS. 2012. pp. 18–19.

3. Bylinskaja A.A. K voprosu o roli gosudarstva v sovershenstvovanii mehanizmov nauchno-tehnicheskogo razvitiya //

Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. 2005. no. 1. pp. 184–189.

4. VVP Rossii [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://newsruss.ru/doc/index.php/VVP_Rossii.

5. Vnutrennie zatraty na issledovanija i razrabotki. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_13/IssWWW.exe/Stg/d3/21-20.htm.

6. Vsemirnyj bank. Nominal'nyj VVP Rossii [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.worldbank.org/eca/russian>.

7. Galkin A.I. Naukoemkij i vysotehnologichnyj sektor kak osnova ustojchivogo rosta Rossijskoj jekonomiki // Izvestija vuzov. Severo-Kavkazskij region. Obshhestvennye nauki. 2005. no. 3. pp. 61–69.

8. Gerasimov B.I. Jekonomicheskaja teorija. Ch2. Makroekonomika. Perehonnaja jekonomika. Tambov.: TGTU, 2009. 204 p.

9. Global'nyj rejting stran i territorij mira po pokazatelju valovogo vnutrennego produkta. Rasschitan po metodike Vsemirnogo banka [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf>.

10. Gustap N.N. problemy obespechenija jekonomicheskogo rosta v Rossii // Fundamental'nye issledovanija. 2014. no. 9 (chast' 11). pp. 2511–2515.

11. Daskovskij V.B., Kiselev V.B. O neoindustrial'noj modeli i strategii razvitiya jekonomiki // Jekonomist. 2013 no. 6. pp. 34–49.

12. Zemcov A.A., Makasheva N.P., Makasheva Ju.S. Innovacionno-orientirovannaja jekonomika: problemy razvitiya i podderzhki nauchno-obrazovatel'nogo kompleksa // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekonomika. 2009. no. 3. pp. 71–81

13. Issledovanie INSEAD: Global'nyj indeks innovacij 2014 goda. Centr gumanitarnyh tehnologij [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://gtmarket.ru/news/2014/07/18/6841>.

14. Karacharovskij V. Resursy innovacionnogo rosta v Rossii // Obshhestvo i jekonomika (Moskva). 2011. no. 10. pp. 5–22

15. Kuchukov R. Gosudarstvennyj sektor i ego rol' v Strategii-2020 // Jekonomist. 2011. no. 9. pp. 11–12.

16. Maksimov Ju., Mitjakov S., Mitjakova O., Fakeeva T. Innovacionnyj mul'tiplikator i jekonomicheskij rost // Innovacii. 2004. no. 5 (72). pp. 23.

17. Mau V. Jekonomika i politika v 2011 godu: global'nyj krizis i poisk novoj modeli rosta // Voprosy jekonomiki (Moskva). 2012. no. 2. pp. 4–26.

18. Pravilo semidesjati. Biblioteka slovarj [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.slovamnik.ru/html_tsot/p/pravilo.html.

19. Prognoz dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06.

20. Strategija nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii do 2020 goda. Prezident Rossii. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.kremlin.ru/ref_notes/424.

21. Tehnologicheskaja platforma «Medicina budushhego». O platforme. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://tp-medfuture.ru>.

22. Hazheeva M.A. Rol' jekonomicheskogo rosta v povyshenii blagosostojanija // Izvestija Irkutskoj gosudarstvennoj jekonomicheskoi akademii. 2012. no. 1. pp. 5–9.

23. Jackson T. Prosperity without growth. Routledge, 2009. 288 p.

24. Victor P.A. Managing without Growth. Slower by Design, not Disaster. Edward Elgar Publishing Limited. 2008. 260 p.

Рецензенты:

Барышева Г.А., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск;

Гасанов М.А. оглы, д.э.н., профессор, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 338.62

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Емельянов О.О.

ФГБОУ ВПО «Новгородский государственный университет
им. Ярослава Мудрого», Великий Новгород, e-mail: eo068@yandex.ru

Приведены системы показателей, характеризующие степень развития инновационных систем национальных экономик развитых стран. Особое внимание уделено четырем группам структурных и качественных показателей Индекса экономики знаний. Автор утверждает, что эффективная инновационная сфера государства, созданная на фундаменте приоритетности инновационного типа развития социально-экономической системы, помогает развиваться всем субъектам предпринимательской деятельности с учетом очередности задач инновационного развития страны, внедрения инновационных технологий, достижения целевых индикаторов инновационной политики государства и ответственности за их выполнение. Как результат – на основе сравнительного анализа официальных индикаторов оценки эффективности национальной инновационной системы Российской Федерации на стратегическую перспективу, заложенных в основных инновационных программах и стратегиях разработал концептуальную модель системы показателей оценки эффективности национальной инновационной системы.

Ключевые слова: инновационная деятельность, оценка эффективности, национальная инновационная система, целевые индикаторы, индексы экономики знаний

CONCEPTUAL MODEL OF THE EFFICIENCY ASSESSMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY

Emelyanov O.O.

*Federal State-Funded Educational Institution of Higher Vocational Education «Yaroslav-the-Wise
Novgorod State University», Veliky Novgorod, e-mail: eo068@yandex.ru*

There are given the systems of indicators characterizing extent of development of innovative systems of national economies in developed countries. The special attention is paid to four groups of structural and quality indicators of the Economy Knowledge Index. The author claims that the effective innovative sphere of the state, created on the base of priority of innovative development type of social and economic system helps to develop to all subjects of business activity also taking into account a sequence of innovative development problems in the country, the introduction of innovative technologies, achievement of target indicators of innovative policy of the state and responsibility for its performance. As the result – on the basis of the comparative analysis of the official indicators of an assessment of efficiency of national innovative system of the Russian Federation on strategic prospect which were put in the main innovative programs and strategy, conceptual model of system of indicators of an assessment of efficiency of national innovative system was developed.

Keywords: innovative activity, efficiency assessment, national innovative system, target indicators, indexes of economy of knowledge

В современной науке считается, что ресурсы национальной инновационной системы распределены эффективно лишь в том случае, когда результаты научно-исследовательской деятельности удовлетворяют текущие и стратегические потребности среды. Основными критериями эффективности при распределении финансовых, трудовых, интеллектуальных, информационных и прочих ресурсов является качество продукции научно-исследовательской и инновационной деятельности и уровень обеспеченности страны в мировом масштабе результатами исследований и разработок.

Ведущими международными организациями разработаны собственные системы показателей, характеризующие степень развития инновационных систем национальных экономик, поэтому в мировой практике при сопоставлении уровня развития различных стран при оценке эффективности иннова-

ционной сферы используются различные подходы: глобальный индекс конкурентоспособности и его составляющая – индекс научно-технического потенциала (technology index); система показателей оценки инновационной деятельности в странах Евросоюза Комиссии Европейских сообществ (КЕС); показатели оценки технологической конкурентоспособности стран, разработанные американским Национальным научным фондом (NCF); индекс «знания для развития» (Knowledge for Development – K4D), показывающий готовность и возможности страны к переходу на инновационную модель развития; авторские подходы и методы оценки эффективности национальной инновационной системы страны.

Оценка эффективности инновационной среды является зеркальным отражением условий, в которых она создается и развивается. На состояние экономики страны

негативно влияют неэффективное управление госфинансами, высокие темпы инфляции, а положительно – защита прав интеллектуальной собственности, сформированная инновационная система, система образования, повышения квалификации рабочей силы и другие факторы.

В 2004 году специалистами Всемирного банка (The World Bank) создан показатель оценки уровня развития экономики, основанной на знаниях в 146 странах и регионах мира – индекс экономики знаний, позволяющий оценить способность страны не только создавать и принимать, но и распространять знания. Значение этого индекса позволяет руководству страны выделить слабые стороны действующей государственной политики при переходе на модель развития, основанную на знаниях.

В основе Индекса экономики знаний [13] лежат четыре группы структурных и качественных показателей, включающих 109 индикаторов и оцениваемых по 10-балльной шкале: индекс экономического и институционального режима (The Economic Incentive and Institutional Regime) – оценивает условия развития экономики страны и ее населения в целом; индекс образования (Education and Human Resources) – оценивает уровень образованности населения и наличие у него навыков создания и пользования знаниями; индекс инноваций (The Innovation System) – оценивает уровень развития национальной инновационной системы; индекс информационных и коммуникационных технологий – ИКТ (Information and Communication Technology) – оценивает уровень развития информационной и коммуникационной инфраструктуры, способствующей эффективному распространению и анализу информации. Среднее значение всех четырех индексов представляет собой индекс экономики знаний, который характеризует эффективность использования страной знаний для ее экономического и общественного развития. Средняя величина второго, третьего и четвертого индексов представляет собой индекс знаний, который характеризует потенциал той или иной страны или региона по отношению к экономике знаний.

Следующий индекс, характеризующий инновационное развитие стран мира, находящийся на разных уровнях экономического развития – глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index), который рассчитывается по методике французской бизнес-школы INSEAD по 80 различным переменным. Успешность экономики страны связана с наличием у нее не только инновационного потенциала, но и условий для

его использования, поэтому индекс рассчитывается по формуле взвешенной суммы оценок двух групп показателей: располагаемые ресурсы и условия для проведения инноваций (Innovation Input) – институты, человеческий капитал и исследования, инфраструктура, развитие внутреннего рынка, развитие бизнеса; достигнутые практические результаты осуществления инноваций (Innovation Output), в том числе развитие технологий и экономики знаний и результаты креативной деятельности.

Индекс глобальной конкурентоспособности (The Global Competitiveness Index) ежегодно рассчитывается по методике ВЭФ (World Economic Forum) на основе результатов опроса руководителей компаний. Разработчики методики отмечают, что страны с высокими показателями национальной конкурентоспособности, как правило, обеспечивают более высокий уровень благосостояния своих граждан. Результаты расчетов могут быть использованы главами государств для снижения барьеров экономического развития и конкурентоспособности, анализа «узких мест» в государственной политике и при создании долгосрочных стратегий стабильного экономического роста. Индекс глобальной конкурентоспособности состоит из 113 переменных, характеризующих конкурентоспособность стран мира с различным уровнем экономического развития.

Согласно этой методике достижение устойчивого экономического роста в долго- и среднесрочной перспективе зависит от трех категорий: макроэкономическая среда, государственные институты и технология (инновации). Все страны в этом рейтинге делятся на две группы: «инновационные» (США, Япония, Корея, Сингапур и др.) и «неинновационные», в которых технологические улучшения достигаются как через инновации, так и путем копирования технологий, разработанных в странах первой группы. Россия относится ко второй группе и по показателю глобальной конкурентоспособности находится в середине списка, на 64 месте, поднявшись по сравнению с 2013 годом на 3 позиции.

В современной отечественной и зарубежной экономической литературе существует большое количество показателей, подходов и методик, с помощью которых можно дать оценку уровню развития национальной инновационной системы страны (см, например, [6, 8, 10]).

Эффективная инновационная сфера государства, созданная на фундаменте приоритетности инновационного типа развития социально-экономической системы, помогает развиваться всем субъектам предпри-

нимательской деятельности с учетом очередности задач инновационного развития страны, внедрения инновационных технологий, достижения целевых индикаторов инновационной политики государства и ответственности за их выполнение [5].

Способность научно-образовательной сферы страны обеспечить необходимое количество ученых, исследователей и специалистов соответствующей квалификации в области инновационной деятельности [1, 14], наличие достаточных финансовых ресурсов и инвестиций для результативной инновационной деятельности [4, 7], быстрое и адекватное воспри-

ятие новшеств и инноваций мирового уровня национальной экономикой [3, 12], использование принципов бенчмаркинга [2] снижение транзакционных затрат в процессе изготовления инновационной продукции [15] – все это также характеризует национальную систему страны как эффективную.

В ходе исследования сформирован контент-анализ индикаторов отечественной инновационной системы, предлагаемых в официальных документах. За основу взято шесть действующих программ и стратегий, направленных на развитие инновационной системы страны на долгосрочную перспективу (таблица).

Официальные индикаторы оценки эффективности инновационной системы Российской Федерации на стратегическую перспективу

Индикатор НИС	Название документа, содержащего индикатор НИС					
	Госпрограмма РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика (2013–2020 гг.)», Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 316 утв.	«Стратегия развития науки и инноваций в РФ на период до 2015 года» (протокол от 15.02.2006 № 1)	«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» ФЦП, Постановление Правительства РФ от 21.05.2013 № 426	Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года, Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р	Госпрограмма РФ «Развитие науки и технологий на 2013–2020 годы», Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 301	Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года, Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 08.08.2009)
Всего индикаторов, в том числе:	5	23	7	45	18	6
Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций, %	1 (12,4%)	1 (20%)		2 (25%)		1 (40-50%)
Публикационная активность. Число цитирований в международных базах данных			1 (5150 статей)	2 (цит. 4)	7 (цит. 1,8)	
Удельный вес исследователей в возрасте до 39 лет		1 (36%)	1 (35%)	2 (35%)	3 (42,5)	
Число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок		1 (5,5)	1 (545)	3 (2,8 на 10 тыс. населения)	1 (2,4 и 54,5)	
Доля инновационных товаров, работ, услуг		1 (18%)		5 (15%)	2 (34%)	2 (25–35%)
Удельный вес затрат на исследования, разработки, инновационные товары от ВВП		3 (2,5%)	1 (3%)	2 (2,5%)	2	1 (2,5–3%)
Валовая добавленная стоимость инновационного сектора от ВВП				1 (17%)	1	1 (17–20%)

Примечание. В строках указано число показателей в документе, в т.ч. производных от основного индикатора, а в скобках – значения основного индикатора.

В результате проведенного контент-анализа заложенных в программы целевых индикаторов (в совокупности 104 индикатора) выделены и проанализированы 7 наиболее часто встречающихся. Это такие как: доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций, публикационная активность и число цитирований в международных базах данных, удельный вес исследователей в возрасте до 39 лет, число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок, доля инновационных товаров, работ, услуг, удельный вес затрат на исследования, разработки, инновационные товары от ВВП, валовая добавленная стоимость инновационного сектора от ВВП. Сравнительный анализ официальных индикаторов оценки эффективности национальной инновационной системы Российской Федерации на стратегическую перспективу, заложенных в основных инновационных программах и стратегиях, показал, что в целом только финансовые показатели, рассчитываемые относительно валового внутреннего продукта страны, относительно совпадают. В то время как, например, доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций колеблется от 12,4 до 50%, Доля инновационных товаров, работ, услуг – от 15 до 35%. В индикаторах, характеризующих научный потенциал, тоже наблюдается определенная амплитуда значений. Все это, на наш взгляд, говорит о недостаточной проработанности самих программ разработчиками и отсутствии скоординированной и управляемой национальной инновационной системы. Кроме того, нами выявлено, что в странах с развитой экономикой традиционными индикаторами инновационности, как правило, являются показатели производительности

труда, фондоотдачи, энергоотдачи, экологичности производства [9]. Однако следует отметить, что ни один из них в полной мере не рассматривается в официальных документах в качестве критерия оценки проводимой инновационной политики с 2000-х годов [6] и до настоящего времени.

На наш взгляд, достаточно важным показателем является оценка не только числа создаваемых элементов инфраструктуры национальной инновационной системы, но и их результативности, т.е. какое число предпринимательских структур в отчетном году воспользовались инфраструктурой НИС и какой результат был при этом достигнут. Кроме того, при стоимостной оценке разницы между экспортом и импортом инновационных технологий целесообразно было бы проследить структуру отечественных и заимствованных технологических инноваций в различных секторах национальной экономики и отраслях промышленности. В этой связи на основе системного подхода к формированию и развитию НИС предложена трехуровневая система индикаторов национальной инновационной системы РФ (показатели на входе в систему, внутрисистемные показатели, показатели на выходе из системы). На каждом уровне показателей НИС нами предложены группы индикаторов, классифицированные по финансовому, трудовому и рыночному признакам. Предложенная система индикаторов позволяет выявить области, не охваченные Росстатом и государственными программами развития инновационной экономики. Так, нами введены индикаторы функционирования объектов инфраструктуры НИС, показатели оценки эффективности проводимой государством инновационной политики и др. (рисунок).



Концептуальная модель системы показателей оценки эффективности национальной инновационной системы

Характерной особенностью предложенной концептуальной модели системы показателей оценки эффективности националь-

ной инновационной системы Российской Федерации является то, что среди показателей на входе в НИС превалирует финансовая

группа показателей (11 единиц), а на выходе из системы – рыночные, показывающие конечный результат и эффективность функционирования национальной инновационной системы. В то же время количество внутрисистемных показателей в группах примерно одинаково. Конечно, мы предполагаем, что разработанная система индикаторов оценки эффективности национальной инновационной системы при необходимости может быть уточнена и дополнена, но на наш взгляд, приведенные индикаторы достаточно универсальны и могут быть применены в отношении оценки эффективности как экономики в целом, так и видов экономической деятельности и субъектов РФ.

Оценка результатов эффективности инновационной деятельности на макроуровне может строиться на основе анализа индикаторов таблицы по ряду направлений:

– анализ динамики значений индикаторов за несколько лет, характеризующей позитивные (рост) или негативные (спад) изменения в инновационной деятельности экономических акторов страны;

– сравнительный анализ значений индикаторов инновационной системы России с аналогичными показателями развитых стран, а также стран – лидеров международных рейтингов инновационного характера.

Такой подход позволяет разумно оценить уровень развития отечественной экономики относительно мировых лидеров, увидеть дистанцию, отделяющую страну от экономически развитых стран, и как результат – наметить круг задач по совершенствованию национальной инновационной системы.

Список литературы

1. Асаул А.Н. Повышение роли государства в развитии национальных систем высшего образования // Экономическое возрождение России. – 2006. – № 4. – С. 3–10.
2. Асаул А.Н. Бенчмаркинг в строительстве / А.Н. Асаул, Г.И. Шишлов // Инвестиционно-строительная деятельность в условиях становления рыночных отношений: сб. науч. тр. – СПб.: СПбГАСУ, 2001.
3. Асаул А.Н. Национальная стратегия инновационного развития // Экономическое возрождение России. – 2010. – № 1. – С. 4–9.
4. Асаул А.Н. Проблемы инновационного развития отечественной экономики // Экономическое возрождение России. – 2009. – № 4(22). – С. 3–6.
5. Асаул А.Н. Повышение роли государства в развитии национальных систем высшего образования // Экономическое возрождение России. – 2006. – № 4. – С. 3–10.
6. Гусев А. Концепция 2020: правильно ли избран стратегический вектор развития российской экономики? // Общество и экономика. – 2008. – № 8. – С. 5.
7. Закономерности и тенденции развития современного предпринимательства / А.Н. Асаул, Е.А. Владимирский, Д.А. Гордеев, Е.Г. Гужва, А.А. Петров, Р.А. Фалтинский. – СПб.: АНО ИПЭВ, 2008. – 280 с.
8. Иванов С.Н. Оценка потенциала конкурентного статуса строительной организации по продуктивности применяемых ресурсов // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 2. – С. 279–285.
9. Инновационно-инновативное развитие России / А.Н. Асаул, В.Б. Перевязкин, М.К. Старовойтов. – СПб.: СПбГАСУ, 2008. – 192 с.
10. Мазур И.А. Потенциал развития национальной инновационной системы Российской Федерации и проблемы финансирования инновационной деятельности //

Транспортное дело России. – 2010. – № 2. – Режим доступа http://www.morvesti.ru/archive/tdr/element.php?BLOCK_ID=66&SECTION_ID=1557&ELEMENT_ID=12936.

11. Манохина Н.В. «Институциональные ловушки» и институциональный вакуум в российской инновационной среде // Вестник СГСЭУ. – 2011. – № 5 (39). – С. 44.

12. Мещеряков И.Г. Методические приемы по использованию организационных инноваций различных типологических групп / И.Г. Мещеряков, М.А. Асаул // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 3 (44). – С. 213–220.

13. Создание знания и информационной инфраструктуры субъектов предпринимательства // А.Н. Асаул, Е.И. Рыбнов, О.А. Егорова, Т.М. Левченко. – СПб.: АНО ИПЭВ, 2010. – 252 с.

14. Управление высшим учебным заведением в условиях инновационной экономики / А.Н. Асаул, Б. М. Капаров. – СПб.: Гуманистика, 2007. – 280 с.

15. Asaul A.N. and Ivanov S.N. Structure of Transactional Costs of Business Entities in Construction. World Applied Sciences Journal 23 (Problems of Architecture and Construction) – 2013. – P. 80–83.

References

1. Asaul A.N. Povyshenie roli gosudarstva v razviti nacional'nyh sistem vysshego obrazovaniya // Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii. 2006. no. 4. S. 3-10.
2. Asaul A.N. Benchmarking v stroitel'stve / A.N. Asaul, G.I. Shishlov // Investicionno-stroitel'naja dejatel'nost' v uslovijah stanovleniya rynochnyh otnoshenij: sb. nauch. tr. Spb.: SPbGASU, 2001.
3. Asaul A.N. Nacional'naja strategija innovacionnogo razvitiya // Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii. 2010. no. 1. pp. 4-9.
4. Asaul A.N. Problemy innovacionnogo razvitiya otechestvennoj jekonomiki // Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii. 2009. no. 4(22). pp. 3-6.
5. Grahov V.P. Osobennosti realizacii klasternoj politiki v regione / V.P. Grahov, D.S. Chirkova, S.A. Mohnachev // Regional'naja jekonomika: problemy i perspektivy razvitiya v sovremennyh uslovijah: sbornik nauchnyh trudov po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Nevnomysk, 2013. pp. 323-329.
6. Gusev A. Konceptija 2020: pravil'no li izbran strategicheskij vektor razvitiya rossijskoj jekonomiki? // Obshhestvo i jekonomika. 2008. no. 8. pp. 5.
7. Zakonomernosti i tendencii razvitiya sovremenno predprinimatel'stva / A.N. Asaul, E.A. Vladimirovskij, D.A. Gordeev, E.G. Guzhva, A.A. Petrov, R.A. Fal'tinskij. Spb.: ANO IPJeV, 2008. 280 p.
8. Ivanov S.N. Ocenka potenciala konkurentnogo statusa stroitel'noj organizacii po produktivnosti primenjaemyh resursov // Vestnik grazhdanskih inzhenerov. 2012. no. 2. pp. 279-285.
9. Innovacionno-innovativnoe razvitie Rossii / A.N. Asaul, V.B. Perev'azkin, M.K. Starovojtov. Spb.: SPbGASU, 2008. 192 p.
10. Mazur I. A. Potencial razvitiya nacional'noj innovacionnoj sistemy Rossijskoj Federacii i problemy finansirovaniya innovacionnoj dejatel'nosti // Transportnoe delo Rossii. 2010. no. 2. Rezhim dostupa http://www.morvesti.ru/archive/tdr/element.php?BLOCK_ID=66&SECTION_ID=1557&ELEMENT_ID=12936.
11. Manohina N.V. «Institucional'nye lovushki» i institucional'nyj vakuum v rossijskoj innovacionnoj srede // Vestnik SGSJeU. 2011. no. 5 (39). pp. 44.
12. Meshherjakov I.G. Metodicheskie priemy po ispol'zovaniyu organizacionnyh innovacij razlichnyh tipologicheskikh grupp / I.G. Meshherjakov, M.A. Asaul // Vestnik grazhdanskih inzhenerov. 2014. no. 3 (44). pp. 213-220.
13. Sozdanie znanija i informacionnoj infrastruktury subektov predprinimatel'stva // A.N. Asaul, E.I. Rybnov, O.A. Egorova, T.M. Levchenko. Spb.: ANO IPJeV, 2010. 252 p.
14. Upravlenie vysshim uchebnym zavedenijem v uslovijah innovacionnoj jekonomiki / A.N. Asaul, B.M. Kaparov. Spb.: Gumanistika, 2007. 280 p.
15. Asaul A.N. and Ivanov S.N. Structure of Transactional Costs of Business Entities in Construction. World Applied Sciences Journal 23 (Problems of Architecture and Construction) 2013. pp. 80-83.

Рецензенты:

Иванов С.Н., д.э.н., профессор, Международная академия инвестиций и экономики строительства, г. Санкт-Петербург;
Асаул А.Н., д.э.н., профессор, АНО «Институт проблем экономического возрождения», г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 338.24

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ КАК ИНСТРУМЕНТА РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Князева И.В.

*Калужский филиал ГОУ ВПО «Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации», Калуга, e-mail: kniazeva_inga@mail.ru*

В рамках программно-целевого подхода расходуется сегодня доминирующий объем бюджетных средств в муниципальных образованиях. В этой связи чрезвычайно важно сформировать методы оценки соответствия реализуемых на территории целевых программ тактическим и стратегическим целям территориального развития. В данной работе предлагается подход к решению этой проблемы. В основе подхода лежит формирование систем преимущественно отраслевых показателей, отражающих, с одной стороны, проблемы и цели территориального развития, с другой – цели и результативность реализуемых в данной сфере целевых программ. Далее реализуется соотнесение карт между собой, выявление не охваченных целевым программированием зон, формирование рекомендаций по совершенствованию процесса целевого программирования. Объектом исследования в рамках данного метода выступают электроэнергетика и транспортная инфраструктура городского округа «Город Калуга». Применение метода позволило выявить ряд проблем целевого программирования в исследуемых сферах. Данная работа в области повышения эффективности территориального управления поддержана РГНФ и Правительством Калужской области (грант № 13-12-40013), а также выполнена при содействии Научного фонда Финансового университета при Правительстве Российской Федерации в рамках разработки темы «Оптимизация финансового обеспечения социально-экономического развития региона (на материалах Калужской области)».

Ключевые слова: эффективность территориального управления, целевая программа, система показателей, программно-целевой подход

THE EFFICIENCY OF TARGET PROGRAMS IN THE SPHERE OF INFRASTRUCTURAL DEVELOPMENT

Knyazeva I.V.

*Finance University under the Government of Russian Federation, Kaluga Branch,
Kaluga, e-mail: kniazeva_inga@mail.ru*

Target programs are the mainstream of spending the funds of municipal budgets. It is extremely important to understand how the target program correspond to the tactical and strategic goals of territorial development. This article offers an approach to solving this problem. First identify key issues and objectives of the municipal development, analyzes the complex target programs that focus on socio-economic development of the municipality. Secondly, the method offers the formation of several types of cards. Maps reflect the concerns and objectives of territorial development, release characteristics of the targeted programs. These cards contain the respective system of indicators. Indicators of process and result are used to construction of systems of indicators. The next step involves comparing the maps, identifying areas of socio-economic development, where target programs are not implemented. The method is demonstrated for an analysis of infrastructure development in the city of Kaluga. The method is demonstrated for an analysis of infrastructure development in Kaluga city. Some problems of financing infrastructure development identified during the study.

Keywords: efficiency of territorial administration, target program, system of indicators, the target-oriented approach

Реализация на территории российских муниципальных образований программно-целевого подхода (ПЦП) как важнейшего инструмента бюджетирования, ориентированного на результат (БОР), способствует тому, что объем средств местных бюджетов, распределяемых в рамках ПЦП, непрерывно возрастает. Так, например, аналитическая записка Министерства экономического развития Калужской области свидетельствует о том, что доля расходов на реализацию региональных и муниципальных программ в муниципальных бюджетах составила в 2011 году – 15,2% и в 2012 году – 43,7% от общих расходов местных бюджетов. Причем надо отметить, что из 26 муниципальных образований (МО), ставших объектом анализа, в 11 в рамках

ПЦП расходовалось от 70 до 80% и более средств муниципальных бюджетов [6].

Чрезвычайную важность тем самым приобретает вопрос оценки соответствия комплекса реализуемых целевых программ (ЦП) тактическим и стратегическим целям территориального развития муниципальных образований.

Ниже предлагается пятиэтапный подход к такой оценке, общая схема которого отражена на рис. 1.

Первый этап оценки предполагает выделение в группы преимущественно по отраслевому признаку целевых программ, направленных на развитие той или иной сферы МО. Возможно как более укрупненное выделение (преимущественно экономическая

сфера, преимущественно социальная сфера, инфраструктура), так и более детальное (например, энергетическая инфраструктура).

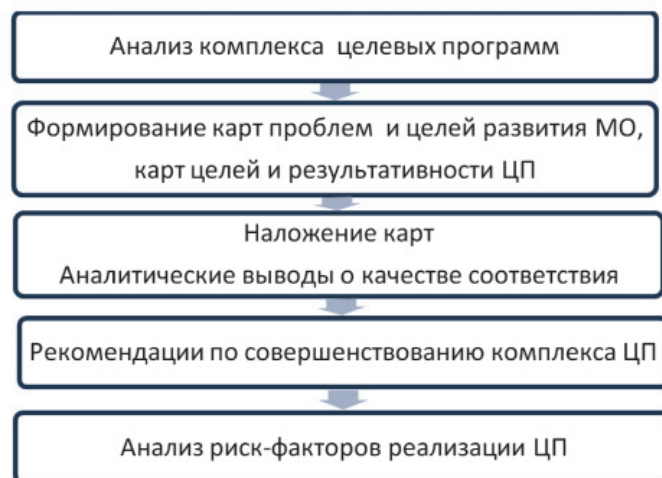


Рис. 1. Этапы оценки соответствия комплекса ЦП тактическим и стратегическим целям территориального развития

На втором этапе реализации подхода разрабатываются карты острейших проблем и стратегических целей МО, а также карты целей и карты результативности ЦП. Все карты представлены системами показателей. Системы показателей оптимизированы по принципам полноты покрытия целевых полей, недублируемости, управляемости уровнями показателей на уровне МО, выделения процессных и результирующих показателей.

Далее необходимы наложение карт результативности ЦП на карты проблем и стратегических целей, формирование выводов о качестве «покрытия» комплексом ЦП проблем и целей территориального развития, оценка системы риск-факторов реализации ЦП. Последние достаточно многообразны [9].

В соответствии с данным подходом предлагается проанализировать, в какой мере реализуемые целевые программы отвечают требованиям инфраструктурного развития в МО «Город Калуга».

Однозначно говорить о выделении социальной и экономической составляющих территориальной инфраструктуры невозможно. Так, например, строительство скоростных магистралей между городами как создает удобства для населения, так и способно активизировать бизнес-контакты между территориями. Существуют даже оценки экономического ущерба, связанного с отсутствием оптимального сообщения между городами. Так, согласно исследованию ВАА, оператора Хитроу, отсутствие прямых рейсов из Лондона в важнейшие бизнес-центры развивающихся стран – Ки-

тая, Индии, Бразилии – наносит Британии ущерб в 1,8 млрд долл. ежегодно [8].

В данном случае остановимся на рассмотрении высоко социально и экономически важных составляющих территориальной инфраструктуры – энергетической и транспортной.

Итак, рассмотрим особенности (таблица), цели и показатели развития электроэнергетики Калуги, проанализируем ЦП, направленные на развитие электроэнергетики.

В целом анализ особенностей развития электроэнергетики в Калуге позволяет выделить две ключевые проблемы:

1. Потенциальное усиление энергодефицитности для города и региона в целом. Установленная мощность электростанций Калужской области составляет 114,8 МВт, в период максимальных нагрузок 2011–2012 гг. потребление региона в среднем составляло 900–910 МВт, по прогнозу в 2018 г. потребляемая регионом мощность должна составить 1480 МВт, собственные источники должны в перспективе производить 256,6 МВт [2]. Т.е. дефицит сегодня составляет около 87%, в перспективе составит около 83%.

2. Отсутствие в достаточной мере эффективных действий по энергосбережению и совершенствованию системы основных фондов электроэнергетики и со стороны региональных, и со стороны муниципальных властей.

Укрупненно выделим 2 уровня целей развития электроэнергетики в Калуге, в общем же необходима их значительно более глубокая детализация.

Анализ развития энергетической инфраструктуры в МО «Город Калуга»

Электроэнергетика	
Положительные аспекты развития	Отрицательные аспекты развития
Наличие муниципальных и региональных ЦП в сфере модернизации энергоструктуры	Высокая энергодефицитность Калужской области в целом и Калуги как сосредоточения обрабатывающих производств
Программные документы, предполагающие модернизацию энергосистемы, увеличение ее мощности до 256,6 МВт [2]	Значительный износ сетевого хозяйства – около 60%; недостаток пропускной способности сетей 110 кВ и выше
Наличие муниципального казенного учреждения «Центр по повышению энергетической эффективности», наличие раздела по энергосбережению на официальном сайте Городской управы г. Калуги	Анализ ряда местных актов показывает, что главными методами энергосбережения выступают пока установка приборов учета ресурсов и анализ возможностей снижения энергопотребления [1]
Реализация таких мероприятий, как энергосервисные проекты, оснащение муниципальных и частных объектов приборами учета использованных ресурсов	Увеличение стоимости электроэнергии, связанное с потерями в электросетях

Первый уровень целей.

- 1.1. Повышение энергодостаточности.
- 1.2. Уменьшение стоимости энергии для экономических субъектов, связанное с сокращением потерь в сетях.
- 1.3. Надежность и экологичность энергохозяйства.

Второй уровень целей.

- 2.1. Эффективное энергосбережение.
- 2.2. Рациональное совершенствование системы основных фондов электроэнергетики.
- 2.3. Снижение количества аварий, приводящих к отключению потребителей.

Сформируем карту целей развития, отраженную через систему показателей, для электроэнергетики Калуги (рис. 2).

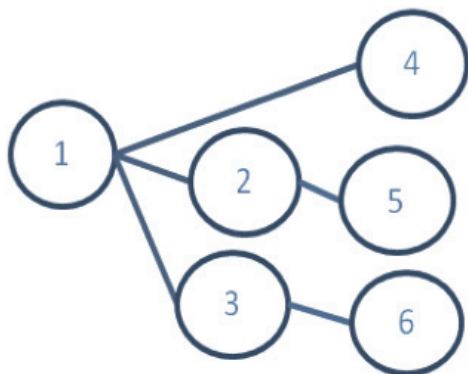


Рис. 2. Система показателей развития электроэнергетики г. Калуги:

1 – объем выделенных на модернизацию средств; 2 – объем потерь электроэнергии в сетях; 3 – объем сэкономленной от реализации крупных энергосберегающих проектов энергии; 4 – количество аварийных отключений потребителей; 5 – отношение цены 1 кВт энергии для предприятий города к цене 1 кВт в выбранном областном городе ЦФО; 6 – отношение произведенного в МО объема энергии к общегодовому потреблению

Представленные на рис. 2 показатели тесно связаны с обозначенными выше целями, некоторые из показателей связаны между собой. Так, например, эффект от реализации крупных энергосберегающих проектов может характеризовать не только приближение к реализации целей энергосбережения, но также предполагает повышение энергодостаточности, характеризует эффективность расходования средств в этой сфере. Снижение количества аварийных отключений потребителей в генеральном смысле характеризует надежность энергетической системы, но в частности свидетельствует об эффективности совершенствования основных фондов электроэнергетики.

Ограниченное количество показателей предлагается не случайно. Набор показателей должен «покрыть» поле проблем электроэнергетики, но не должен предполагать дублирование, возможность расчета одних показателей через другие. В данном случае не обосновывается выделение информативных, процессных и результирующих показателей. Хотелось бы, однако, заметить, что показатели 4, 5, 6 скорее могут рассматриваться как результирующие по отношению к проблемам развития электроэнергетики и как процессные по отношению, например, к проблемам развития муниципальной экономики.

Что касается документов, задающих программные ориентации на решение проблем электроэнергетики в Калуге и Калужской области, то это, прежде всего, «Программа и схема развития электроэнергетики Калужской области на 2012–2016 годы» [2], «Генеральный план городского округа «Город Калуга» [5], ряд распоряжений Городской управы

города Калуги о мероприятиях по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в муниципальном образовании [1].

Более детально обратимся к рассмотрению реализуемых сегодня целевых программ, направленных на совершенствование электроэнергетики Калуги, таких программ две.

Среди 56 областных целевых программ, реализуемых в Калужской области в 2013 г., представлена одна программа, направленная на развитие энергосектора – «Энергосбережение и повышение энергоэффективности в Калужской области на 2010–2020 годы» [3]. Учитывая масштабные проблемы энергоснабжения, состояния основных фондов и энергосбережения в области, программу достаточно сложно назвать высокобюджетной, объемом финансирования по ней составляет 14091,82 млн руб. на весь срок реализации. При этом надо отметить, что совокупность затрат программы на модернизацию отопительных котельных, центральных тепловых пунктов (ЦТП) и тепловых сетей предназначено 71,55% (10083 млн руб.) бюджета программы (мероприятия 2.1, 2.2, 2.3). Эти мероприятия, безусловно, будут способствовать энергосбережению в сфере энергетики, однако основные фонды электроэнергетики в рамках программы модернизироваться не будут. Эта ситуация связана преимущественно с весьма высоким износом объектов коммунальной инфраструктуры, близким к 70% по Калужской области [3].

МЦП «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в муниципальном образовании «Город Калуга» на 2012–2014 годы» [4]. Цели программы акцентированы на энергосбережении и повышении энергетической эффективности в ЖКХ, транспорте, муниципальных учреждениях, стимулировании основных производителей и потребителей электроэнергии к эффективному энергопользованию. Объем финансирования программы – 1470,468 млн руб., выделено шесть основных показателей эффективности программы. При этом надо отметить, что заявленный набор показателей, с одной стороны, не в достаточной мере «покрывает» заявленные программой цели, с другой – в части некоторых показателей демонстрирует дублирование, не учитывает общую тенденцию увеличения энергопотребления. Так, например, показатели «Снижение потребления энергоресурсов бюджетными организациями» и «Снижение расходной части бюджета МО на

оплату за потребление энергоресурсов бюджетной сферы» весьма тесно взаимосвязаны, кроме того «снижение расходной части» может не произойти благодаря увеличению цен на электроэнергию. Что касается показателя «Снижение потерь энергоресурсов при производстве, транспортировке и потреблении», то он является абсолютным, высоко абстрактным, может оказаться недостижимым по причине увеличения потребления энергии в перспективе в МО. В данном случае актуально было бы говорить об относительном показателе, демонстрирующем соотношение потерь и потребленной энергии. Показатели, представленные в самой программе, весьма детальные (раздел 2), их количество составляет 77, далеко не все из них находятся на уровне управляемости со стороны муниципальных органов власти. Доминирующий объем мероприятий направлен на экономию тепловой энергии и модернизацию основных фондов в этой сфере. На совершенствование основных фондов электроэнергетики направлен узкий спектр мероприятий, не достаточно конкретно обозначены мероприятия по энергосбережению в сфере электроэнергетики, как, например, «разработка и внедрение механизмов стимулирования населения к энергосбережению». При этом можно отметить и такой факт. Финансирование программы в 2012 г. должно было составить 220406 тыс. руб. (указано в программе), предусматривалось в размере на практике в размере 194381 тыс. руб., реально составило 67533 тыс. руб., т.е. 34% от предполагаемого финансирования [7].

Обе программы имеют стратегический характер и обе акцентированы на энергоаудит, стимулирование экономических субъектов и домохозяйств к энергосбережению, жесткий учет потребляемых объемов электроэнергии. Модернизация основных фондов электроэнергетики программами практически не предусмотрена.

Если говорить о результативности этих программ в сфере электроэнергетики, то в качестве основного результирующего показателя выступит показатель «Экономия средств от реализации крупных энергосберегающих проектов».

Наложение этого показателя на систему показателей целей развития электроэнергетики демонстрирует недостаточно высокий уровень совпадения (рис. 3). Более того, уровень показателя, достигнутый предлагаемыми мерами, будет недостаточен для того, чтобы существенно влиять на изменение связанных с ним показателей.

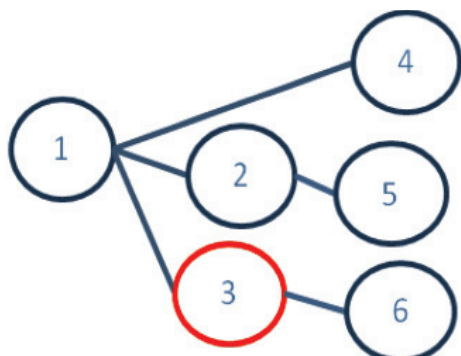


Рис. 3. Наложение показателя результативности целевых программ на карту целей развития электроэнергетики Калуги

В заключение анализа, связанного со сферой электроэнергетики, необходимо обратить внимание и на следующий аспект: и в Калужской области в целом, и в Калуге необходимо не только наращивать энергетический потенциал во многом для обслуживания мощных промышленных предприятий, но и развивать сферу услуг, менее энергозатратную, но способную внести значительный вклад в формирование муниципального продукта.

Список литературы

1. Распоряжение Городской Управы города Калуги от 04.05.2010 № 5297 «Об утверждении плана мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в МО «Город Калуга» на 2010–2014 годы». Сайт Городской Управы города Калуги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kaluga-gov.ru> (дата обращения 15.08.14).
2. Программа и схема развития электроэнергетики Калужской области на 2012–2016 годы: приложение к постановлению Правительства Калужской области от 29.04.11 № 248, в ред. постановления Правительства Калужской области от 2.04.2012 № 157. Сайт Электронного фонда правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим ограниченного доступа: <http://docs.cntd.ru/document/972217564> (дата обращения 15.09.14).
3. Областная ЦП «Энергосбережение и повышение энергоэффективности в Калужской области на 2010–2020 годы»: прил. к Постановлению Правительства Калужской области от 28 июля 2010 г. № 307. Официальный портал органов власти Калужской области [Электронный ресурс]. – Режим свободного доступа: <http://www.admoblkaluga.ru> (дата обращения 20.08.2014).
4. Муниципальная ЦП «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в муниципальном образовании «Город Калуга» на 2012–2014 гг.»: прил. к Постановлению Городской управы города Калуги от 1.10.2010 № 298-п, в ред. Постановлений Городской Управы г. Калуги от 1.12.2011 № 267-п, от 05.04.2013 № 89-п. Сайт Городской Управы города Калуги – Режим доступа: <http://www.kaluga-gov.ru> (дата обращения 15.08.14).
5. Генеральный план городского округа «Город Калуга»: утвержден Постановлением Городской Думы городского округа «Город Калуга» от 31 января 2007 года № 23, в ред. от 16.04.12. Сайт Электронного фонда правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим ограниченного доступа: <http://docs.cntd.ru/document/972403464> (дата обращения 17.09.14).
6. О внедрении программно-целевого метода планирования бюджетных расходов органами местного самоуправления Калужской области в 2011–2012 годах: Аналитическая записка Минэкономразвития Калужской области. – Режим доступа: <http://urf.podelise.ru/docs/313/index-8178.html> (дата обращения 10.10.14).

7. Итоги реализации целевых программ муниципального образования «Город Калуга» за 2012 год. Сайт Городской Управы города Калуги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kaluga-gov.ru> (дата обращения 11.03.14).

8. Кокшаров А. Инфраструктурное бессилие // Эксперт. – 2013. – № 5 (837). – С. 31.

9. Князева И.В. Оценка соответствия комплекса целевых программ стратегическим целям территориального развития // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11.

References

1. Rasporyazhenie Gorodskoj Upravy goroda Kalugi ot 04.05.2010 no. 5297 «Ob utverzhenii plana meroprijatij po jenergoberezeniju i povysheniju jenergeticheskoj jeffektivnosti v MO «Gorod Kaluga» na 2010–2014 gody». Sajt Gorodskoj Upravy goroda Kalugi [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.kaluga-gov.ru> (data obrashhenija 15.08.14).
2. Programma i shema razvitiya jelektrojenergetiki Kaluzhskoj oblasti na 2012–2016 gody: prilozhenie k postanovleniju Pravitel'stva Kaluzhskoj oblasti ot 29.04.11 no.248, v red. postanovlenija Pravitel'stva Kaluzhskoj oblasti ot 2.04.2012 no. 157. Sajt Jelektronnogo fonda pravovoj i normativno-tehnicheskoj dokumentacii [Jelektronnyj resurs]. Rezhim ogranichenного доступа: <http://docs.cntd.ru/document/972217564> (data obrashhenija 15.09.14).
3. Oblastnaja CP «Jenergoberezenie i povyshenie jenergojeffektivnosti v Kaluzhskoj oblasti na 2010–2020 gody»: pril. k Postanovleniju Pravitel'stva Kaluzhskoj oblasti ot 28 ijulja 2010 g. no. 307. Ofic. portal organov vlasti Kaluzhskoj oblasti [Jelektronnyj re-surs]. Rezhim svobodного доступа: <http://www.admoblkaluga.ru> (data obrashhenija 20.08.2014).
4. Municipal'naja CP «Jenergoberezenie i povyshenie jenergeticheskoj jeffektivnosti v municipal'nom obrazovanii «Gorod Kaluga» na 2012–2014 gg.»: pril. k Postanovleniju Gorodskoj upravы goroda Kalugi ot 1.10.2010 no. 298-p, v red. Postanovlenij Gorodskoj Upravy g. Kalugi ot 1.12.2011 no. 267-p, ot 05.04.2013 no. 89-p. Sajt Gorodskoj Upravy goroda Kalugi Rezhim dostupa: <http://www.kaluga-gov.ru> (data obrashhenija 15.08.14).
5. General'nyj plan gorodskogo okruga «Gorod Kaluga»: utverzhen Postanovleniem Gorodskoj Dumy gorodskogo okruga «Gorod Kaluga» ot 31 janvarja 2007 goda no. 23, v red. ot 16.04.12. Sajt Jelektronnogo fonda pravovoj i normativno-tehnicheskoj dokumentacii [Jelektronnyj resurs]. Rezhim ogranichenного доступа: <http://docs.cntd.ru/document/972403464> (data obrashhenija 17.09.14).
6. O vnedrenii programmno-celevogo metoda planirovanija bjudzhetnyh rashodov organami mestnogo samoupravlenija Kaluzhskoj oblasti v 2011–2012 godah: Analiticheskaja zapiska Minjekonomrazvitiya Kaluzhskoj oblasti. Rezhim dostupa: <http://urf.podelise.ru/docs/313/index-8178.html> (data obrashhenija 10.10.14).
7. Itogi realizacii celevyh programm municipal'nogo obrazovanija «Gorod Kaluga» za 2012 god. Sajt Gorodskoj Upravy goroda Kalugi [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.kaluga-gov.ru> (data obrashhenija 11.03.14).
8. Koksharov A. Infrastrukturnoe bessilie // Jekspert. 2013. no. 5 (837). pp. 31.
9. Knjazeva I.V. Ocenka sootvetstvija kompleksa celevyh programm strategicheskim celjam territorial'nogo razvitiya // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija. 2013. no. 11.

Рецензенты:

Зуева И.А., д.э.н., заведующая кафедрой «Менеджмент и маркетинг» Калужского филиала ГОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Калуга;

Черняев С.И., д.т.н., профессор кафедры «Промышленная экология и химия» Калужского филиала ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», г. Калуга.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

КУРС ПО ВЫБОРУ «ТЕОРИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ» КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Самсонова С.А.

*Филиал ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова», Коряжма, e-mail: s.samsonova-safu@yandex.ru*

Статья посвящена описанию целей и места курса по выбору «Теория случайных процессов» в процессе подготовки бакалавров прикладной математики и информатики. Автором обоснована необходимость изучения данного курса, представлено содержание программы учебной дисциплины, определено место дисциплины в структуре ООП. Цель освоения содержания данного курса – развитие понятийной теоретико-вероятностной базы и формирование у студентов соответствующего уровня вероятностной подготовки, необходимой для понимания основ теории случайных процессов и её применения к моделированию реальных процессов. В статье выделяются общекультурные и профессиональные компетенции, формируемые у студентов в процессе изучения курса по выбору «Теория случайных процессов». Сформулированы требования к результатам освоения дисциплины.

Ключевые слова: случайные процессы, курс по выбору, компетенции

ELECTIVE COURSE «THEORY OF STOCHASTIC PROCESSES» AS MEANS TO INCREASE THE LEVEL OF PROFESSIONAL EDUCATION OF BACHELORS IN APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Samsonova S.A.

*Koryazhma Branch of Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov, Koryazhma, e-mail: s.samsonova-safu@yandex.ru*

The article describes the objectives and role of optional course «Theory of Stochastic Processes» in educational process for Bachelors in Applied Mathematics and Computer Science. The author proves the necessity of this course, presents its program, and defines its place in fundamental education program. The purpose of the course is the development of the conceptual probability-theoretical foundation, and formation of students' appropriate level of probability theory learning which is necessary for understanding of the foundations of the theory of stochastic processes and its application to the real processes modeling. The article lists the general cultural and professional competences formed for students in the process of their studying the elective course «Theory of Stochastic Processes». The requirements for the results of the course are also represented in this article.

Keywords: theory of Stochastic Processes, elective course, competences

Понятие случайного процесса, позволяющее описывать динамику развития изучаемого случайного явления во времени, является в настоящее время одним из важнейших в теории вероятностей. Широкое применение аппарата теории случайных процессов в математике и математической физике, актуарной и стохастической финансовой математике, биологии и медицине, экономике и других областях обусловило повышенный интерес к ее изучению.

В основные задачи теории случайных процессов входит:

- построение математической модели, допускающей строгое (формальное) определение случайного процесса, а также исследование общих свойств этой модели;

- классификация случайных процессов (отыскание для различных классов случайных процессов аналитического аппарата, дающего возможность вычислять вероятностные характеристики случайных процессов);

- наилучшее определение значения некоторого функционала от процесса по значениям других функционалов от этого же процесса;

- изучение различных преобразований случайных процессов [1].

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года отмечается, что «одним из главных условий развития системы высшего профессионального образования является вовлеченность студентов и преподавателей в фундаментальные и прикладные исследования. Это позволит не только сохранить известные в мире российские научные школы, но и вырастить новое поколение исследователей, ориентированных на потребности инновационной экономики знаний. Фундаментальные научные исследования должны стать важнейшим ресурсом и инструментом освоения студентами

компетентностей поиска, анализа, освоения и обновления информации» [2].

Раздел, посвященный теории случайных процессов, имеется в рамках курса «Теория вероятностей и математическая статистика», который входит в базовую часть профессионального цикла (Б.3) ООП бакалавриата по направлению подготовки 010400.62 «Прикладная математика и информатика» [3]. Но в связи со сравнительно небольшим объемом часов, выделяемых на изучение данного курса, преподаватели вынуждены ограничиваться поверхностным обзором основных положений теории случайных процессов. Вместе с тем необходимость более детального рассмотрения вопросов, входящих в круг профессиональной деятельности будущих бакалавров прикладной математики и информатики, очевидна.

Наряду с базовыми дисциплинами в учебных планах бакалавров присутствуют дисциплины вариативной (профильной) части (до 50% от общего числа дисциплин) стандарта, которые устанавливаются вузом. В блок вариативных дисциплин включены и дисциплины по выбору студентов.

В связи с вышесказанным актуальным представляется введение в круг изучаемых дисциплин курса по выбору «Теория случайных процессов», позволяющего студентам расширить свои представления о случайных процессах, которые они получили ранее в курсе теории вероятностей и математической статистики.

Цель дисциплины – развитие вероятностного мышления и формирование соответствующего уровня подготовки, необходимого для понимания основ теории случайных процессов и её применения к моделированию реальных процессов.

Место дисциплины в структуре ООП. Дисциплина «Теория случайных процессов» относится к вариативной части профессионального цикла. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные студентами в ходе изучения дисциплин «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Дискретная математика».

Содержание дисциплины.

Модуль 1. Случайные процессы, их характеристики, основные классы случайных процессов.

Цель курса, его роль и задачи, решаемые с помощью теории случайных функций. Понятие случайного процесса. Классификация случайных процессов. Способы задания и описания случайных процессов. Элементарные случайные процессы. Числовые характеристики случайного процесса. Кор-

реляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Гауссовы (нормальные) случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями. Марковские случайные процессы.

Модуль 2. Марковские процессы с дискретным пространством состояний.

Цепи Маркова. Вероятности перехода между состояниями. Уравнение Маркова. Однородные цепи Маркова. Мартингалы. Стационарные цепи Маркова. Прямое и обратное уравнения Колмогорова для дискретных марковских процессов. Типовые дискретные марковские процессы.

Модуль 3. Элементы стохастического анализа.

Сходимость случайных величин. Виды сходимости. Среднеквадратическая сходимость. Стохастическая непрерывность случайных процессов. Дифференцируемость и интегрируемость случайного процесса. Эргодические случайные процессы. Стохастическая мера. Стохастический интеграл Ито и стохастический дифференциал. Спектральное представление стационарных случайных процессов. Стохастические дифференциальные уравнения и уравнения Колмогорова для марковских процессов с непрерывным пространством состояний.

Профессиональная подготовка студентов в процессе изучения дисциплины в вузе предполагает реализацию системы общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Курс по выбору «Теория случайных процессов» обеспечивает инструментарий формирования следующих общекультурных и профессиональных компетенций подготовки бакалавра «Прикладная математика и информатика»:

- способность использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями (ОК-14);

- способность работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных и социальных задач (ОК-15);

- способность к интеллектуальному, культурному, нравственному, физическому и профессиональному саморазвитию, стремление к повышению своей квалификации и мастерства (ОК-16);

- способность к демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ПК-1);

- способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя

современные образовательные и информационные технологии (ПК-2);

– способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат (ПК-3);

– способность в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности (ПК-4);

– способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности (ПК-5);

– способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников (ПК-6);

– способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам (ПК-7).

Требования к результатам освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студент должен:

а) *знать*:

– основные понятия и определения теории случайных процессов;

– основные классы случайных процессов и их характеристики;

– основные принципы построения математических моделей стохастических явлений в динамике в виде случайных процессов.

б) *уметь*:

– строить математические модели случайных явлений в динамике их развития в виде случайных процессов;

– рассчитывать характеристики случайных процессов;

– применять методы теории случайных процессов для решения профессиональных задач;

– интерпретировать результаты, полученные методами теории случайных процессов.

в) *владеть*:

– методикой построения, анализа и применения математических моделей реальных случайных процессов;

– навыками самостоятельного углубленного изучения дополнительных глав теории случайных процессов.

Значительно повысить эффективность профессиональной подготовки студентов позволяет использование информационных технологий (ИТ). В работах [4–6] достаточно подробно описаны возможности применения ИТ при обучении студентов стохастике.

Таким образом, в процессе изучения дисциплины «Теория случайных процес-

сов» у будущих бакалавров углубляются фундаментальные и прикладные знания, развиваются творческие способности, самостоятельность, вероятностное мышление, математическая и информационная культура, вырабатываются умение использовать на практике приложений методов научного исследования.

Список литературы

1. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. – М.: Наука, 1977. – 568 с.

2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662. – 194 с.

3. Приказ Минобрнауки РФ от 20.05.2010 № 538 (ред. от 31.05.2011) «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 010400 Прикладная математика и информатика (квалификация (степень) «бакалавр»)».

4. Самсонова С.А. Обучение стохастике студентов университетов. Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2010. – № 12. – С. 201–206.

5. Самсонова С.А. Методическая система использования информационных технологий при обучении стохастике: монография. – Архангельск: Поморский госуниверситет, 2004. – 249 с.

6. Самсонова С.А., Попов В.Н. Формирование информационной компетентности бакалавров прикладной математики и информатики в рамках дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1; URL: www.science-education.ru/107-8169 (дата обращения: 25.09.2014).

References

1. Gihman I.I. Skorohod A.V. Vvedenie v teoriyu sluchainih processov. – M.: Nauka, 1977. pp. 568.

2. Konceptsiya dolgosrochnogo socialno-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federacii na period do 2020 goda. Utverzhdena rasporyajeniem Pravitelstva Rossiiskoi Federacii ot 17 noyabrya 2008 g. no. 1662. 194 p.

3. Prikaz Minobrnauki RF ot 20.05.2010 no. 538 (red. ot 31.05.2011) «Ob utverzhenii i vvedenii v deistvie federalnogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta visshego professional'nogo obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 010400 Prikladnaya matematika i informatika (kvalifikaciya (stepen) «bakalavr»)».

4. Samsonova S.A. Obuchenie stohastike studentov universitetov. Izvestiya Yujnogo federalnogo universiteta. Pedagogicheskie nauki. 2010. no. 12, pp. 201–206.

5. Samsonova S.A. Metodicheskaya sistema ispolzovaniya informacionnih tehnologii pri obuchenii stohastike. Monografiya. Arhangel'sk. Pomorskii gosuniversitet. 2004. 249 p.

6. Samsonova S.A. Popov V.N. Formirovanie informacionnoi kompetentnosti bakalavrov prikladnoi matematiki i informatiki v ramkah disciplini «Teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika». Sovremennye problemi nauki i obrazovaniya. 2013. no. 1, available at www.science-education.ru/107-8169 (accessed: 25 September 2014).

Рецензенты:

Сотникова О.А., д.п.н., доцент, проректор Ухтинского государственного технического университета, г. Ухта;

Попов В.Н., д.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой математики, ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 347.97+908

**ПРОБЛЕМЫ РЕФОРМИРОВАНИЯ СИБИРСКОЙ ЮСТИЦИИ
КОНЦА XIX В. В ОЦЕНКАХ СОВРЕМЕННОКОВ****Мальшева Е.В.***Тобольский индустриальный институт, филиал ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тобольск, e-mail: emal2209@yandex.ru*

Предпринята попытка анализа и оценки основных документов судебной реформы 1897 г. в Сибири, составляющих ее правовую основу. Анализ данных документов позволил выделить наиболее характерные особенности судебных преобразований в Сибири. Определены территориальные границы распространения реформы суда. Выявлен ряд отступлений от первоначальной редакции Судебных уставов 1864 г. при применении их к Сибири. В крае не устанавливался суд присяжных, съезд мировых судей, мировые судьи Сибири не наделялись несменяемостью, ущемлялась их независимость, они не выбирались, а назначались, выполняли обязанности судебных следователей, в некоторых местностях и функции нотариусов. Пределы компетенции мировой юстиции в Сибири были чрезвычайно узки. Не был учрежден и институт адвокатуры. Указаны основные причины трансформации Судебных уставов 1864 г. применительно к Сибири, нарастание консервативных тенденций в стране, сокращение правительственных расходов на реформу суда в регионе.

Ключевые слова: империя, Сибирь, самодержавие, судебная реформа**PROBLEMS OF JUSTICE REFORM SIBERIAN END
OF XIX CENTURY IN ASSESSMENTS CONEMPORARIES****Malysheva E.V.***Branch of «Tobolsk Industrial Institute» Federal State budget educational institution of higher professional education «Tyumen State Oil and Gas University», Tobolsk, e-mail: emal2209@yandex.ru*

An attempt to analyze and evaluate the basic documents forming the legal basis of the judicial reform of 1897 in Siberia is made. The analysis of these documents made it possible to identify the most characteristic features of the judicial reforms in Siberia. The territorial boundaries of the court reform are defined. A number of deviations from the original version of the legal statutes of 1864 applied in Siberia are revealed. The region did not install juries, congresses of Justice of the Peace representatives. Justice of the Peace representatives in Siberia were not given irremovable status, their independence was restricted, they were not chosen, but appointed, they fulfilled responsibilities of magistrates and functions of notaries in some areas. The competence limits of the peace justice in Siberia were extremely narrow. The system of the Bar was not established. The reasons for transformation of the legal statutes in 1864 with respect to Siberia are indicated. They were, on the one hand, the growth of conservative tendencies in the country, on the other hand, the government's desire to save on the Siberian region.

Keywords: empire, Siberia, autocracy, judicial reform

Реформы Александра II имеют непреходящее значение для истории нашей страны. Они кардинально изменили жизнь российского общества и государства. Важнейшей их частью была судебная реформа, которая, по общему мнению, считается наиболее радикальной, эффективной и одной из самых продолжительных. За долговременный период реализации реформы существенно изменилась социально-политическая обстановка в стране, это обусловило изменение правительственной политики и идеологии, в том числе в области правового обеспечения судебной власти. Это не могло не сказаться на судьбе реформы. Она не только развивалась от центра империи к её окраинам, то есть реально расширяла единое правовое пространство империи, но и претерпевала значительную деформацию, в ходе которой теряла многие свои демократические качества, правовые достоинства и идеологическую направленность. Судебные преобразования в Сибири были

проведены в 1897 г., то есть в итоговой фазе судебной реформы, поэтому они в наибольшей степени отражают результаты этих двух разновекторных тенденций. В Сибирь судебная реформа пришла в варианте, наиболее адаптированном не столько к местным условиям, сколько к нуждам и реалиям российского самодержавия. Некоторые вопросы реформирования сибирского суда затрагивали в своих работах такие авторы, как А.В. Ремнев, Корягин Б.Г., Даниленко А.В. Однако некоторые аспекты реформы требуют дополнительного изучения.

Целью данной статьи является освещение и анализ некоторых особенностей сибирского судоустройства и судопроизводства, которые стали результатом трансформации Судебных уставов 1864 г. Изучение нормативно-правовой базы судебной реформы в Сибири, а также данных периодической печати конца XIX в. позволило выявить недостатки и принципиальные отличия от той модели судоустройства

и судопроизводства, которая была учреждена в европейской части России в пореформенный период. Методологической основой статьи являются общие принципы историзма и системности. Применение историко-системного метода обусловлено углублением исторического исследования как с точки зрения целостного охвата познаваемой исторической реальности, так и с точки зрения раскрытия внутренних механизмов функционирования и развития происходящих преобразований в области судопроизводства и судопроизводства в Сибири. В ходе конкретно-исторического исследования были использованы методы эмпирического обобщения материала, сравнительно-исторического и количественного анализа.

Известно, что на первом этапе реализации судебной реформы 1864 г. Сибирь не была включена в перечень регионов, на которые распространяли свое действие Судебные уставы. Долгое время правительство обходилось паллиативными мерами, сводившимися к изменению некоторых процессуальных аспектов, не меняя сущности судебной системы региона, порочность и несовершенство которой были очевидны современникам. Характерными чертами до-реформенного суда были волокита, чиновничий произвол, взяточничество.

Однако реалии времени вынудили правительство к концу XIX столетия заняться реформированием «судебной части» Сибири. В результате сложного и длительного процесса разработки судебной реформы было решено осуществить преобразование не на всей территории Сибири, а лишь на «культурной ее части» [1]. Эта территория занимала полосу вдоль главного почтового тракта, начиналась от границ Пермской и Оренбургской губерний, заканчивалась Южно-Уссурийским краем и Владивостоком. Дело в том, что население этого региона

было преимущественно русским, особенно на западе и юге, в районах наиболее пригодных для земледелия. Социальный состав этой части Сибири преимущественно состоял из крестьянства, казачества и так называемых ссыльно-переселенцев. Климатические, бытовые условия, плотность населения, расположение путей сообщения делали этот регион схожим с соседними губерниями Европейской России – Уфимской и Оренбургской. В этих губерниях судебная реформа уже была успешно реализована [1, Л. 40].

Правовую основу судебной реформы в Сибири составили «Высочайший рескрипт императора министру юстиции Муравьеву Н.В.», согласно которому в Сибири вводились Судебные уставы Александра II. Именно этот документ обосновал необходимость существенных отступлений от правил, применяемых во внутренних губерниях, вследствие «своеобразия естественных и бытовых условий этого края» [2]. Еще одним важным документом реформы является мнение Государственного Совета «О применении судебных уставов к губерниям и областям Сибири и об утверждении временных штатов судебных установлений названных губерний и областей и временного дополнительного штата Казанской судебной палаты, расписания окружных судов по округам Казанской и Иркутской судебных палат» от 13 мая 1896 г. [2]. Анализ указанных документов позволяет сравнить модель судопроизводства и судопроизводства в европейской части России 1864 г. с сибирским аналогом образца 1897 г., а также выделить ряд особенностей судебной реформы в Сибири.

Сопоставляя реформу суда в европейской части и Сибири, прежде всего следует обратить внимание на то, что в первоначальном виде сохранилась только структура коронного суда, о чем свидетельствует создание судебных палат и окружных судов (таблица).

Расписание окружных судов в Сибири, причисленных к округам Казанской и Иркутской судебных палат*

Судебные палаты	Окружные суды	Местности, подлежащие ведению каждого окружного суда
Казанская	Тобольский	Все округа Тобольской губернии
Иркутская	Томский	Все округа Томской губернии
	Красноярский	Все округа Енисейской губернии
	Иркутский	Все округа Иркутской губернии, а также районы Оклеминской и Витимской золотопромышленных систем Якутской области
	Якутский	Все округа Якутской губернии, кроме районов Оклеминской и Витимской золотопромышленных систем
	Читинский	Все округа Забайкальской губернии
	Благовещенский	Вся Амурская область
	Владивостокский	Вся Приморская область и остров Сахалин

Примечание. * Составлено по: ГУТО «ГА в г. Тобольске». Ф. 152. Оп. 37. Д. 785. Л. 2.

Но более детальный анализ данных о количестве судебных палат в Сибири, численности штатов и обязанностях чиновников позволяет говорить об отказе от первоначальных замыслов реформы 1864 г. Так, в штат Иркутской судебной палаты, созданной в 1897 г. входило всего 18 чиновников, тогда как в европейской части страны действовало 10 судебных палат, в штат каждой из которых были включены в среднем по 72 человека [3]. Современники отмечали непропорциональный объем нагрузки судебных палат Сибири в сравнении с ранее созданными судебными палатами центральной России. Например, согласно «Временным правилам...», сибирские судебные палаты должны были самостоятельно без обращения в Сенат, как того требовали Судебные уставы 1864 г., заниматься кассационным пересмотром окончательных приговоров и решений окружных судов, апелляционным производством по приговорам окружных судов [3, Л. 4].

В ходе реализации реформы выяснилось, что правительство не решило вопрос об укомплектовании общей судебной системы региона. Так, в штате самого крупного в Сибири Тобольского окружного суда числились (без учета канцелярских служащих) всего 30 человек – из них председатель, товарищ председателя и 12 членов. При окружном суде состояли 2 секретаря, 11 помощников секретаря, архивариус, 3 судебных пристава, судебный рассыльный, 7 судебных следователей. В европейской же части России штаты аналогичных судов были значительно больше. Это подтверждается данными по Пермской губернии; в состав Екатеринбургского и Пермского окружных судов были включены соответственно 55 и 52 чиновника [4]. Еще одно отличие касалось организации судебного заседания; в соответствии с Судебными уставами 1864 г. заседание должно было начинаться при наличии трех судей, в том числе председателя, прокурора или его товарища, секретаря или его помощника. В Сибири же для пополнения присутствия окружного суда в качестве мирового и суда первой инстанции могли быть приглашены почетные, участковые и добавочные мировые судьи, а также судебные следователи. Ряд исключений из первоначальной редакции Судебных уставов 1864 г. значительным образом обесценил судебную реформу Сибири. Система общих судов региона лишилась главной своей ценности – суда присяжных. Судебные коллегии окружных судов состояли только из коронных судей, а в определенных случаях «присутствие» пополняли мировые судьи и судебные следователи. Но сильнее

всего, по мнению современников, «уронило новый суд полное неустройство адвокатуры» [5]. В качестве защитника подсудимого в сибирском суде мог выступать, например, судебный чиновник. Здесь долгое время не были распространены корпоративные адвокатские организации, а права и обязанности советов присяжных поверенных принадлежали окружным судам [6]. Это нарушало независимость адвокатуры, ограничивало состязательность сторон и придавало судопроизводству обвинительный уклон. Вследствие трансформации Судебных уставов 1864 г. сибирская судебная система лишилась таких основополагающих принципов, как экстерриториальность судов, несменяемость судей и судебных следователей, неприкосновенность судей [7]. В европейской части России судебные округа не совпадали с административным делением территорий, поэтому влияние местных властей на суды ограничивалось. В Сибири же судебные округа совпали с административными единицами, тем самым создавались условия для воздействия на них местной администрации. Если в отношении судей центральных регионов дела о дисциплинарных проступках рассматривал только Правительствующий Сенат, то в отношении сибирских судей такого рода дела рассматривали местные судебные палаты. Назначение, перемещение и увольнение судей и судебных следователей производилось исключительно по решению министерства юстиции в одностороннем порядке. Справедливости ради надо заметить, что и для европейской части России министерство юстиции находило приемы сохранения своего влияния. Так, судебных следователей не утверждали в должности, а «держали» по несколько лет в качестве исполняющих обязанности, а затем перемещали в другие места в этом же качестве. В итоге судебные следователи попадали в полную зависимость от прокуроров и министерских чиновников [8].

Однако все это не идет ни в какое сравнение с потерями мировой юстиции Сибири. «Временные правила...» полностью отступились от тех принципов, которые характеризовали институт мировой юстиции как самостоятельное звено судебной системы. Отказались от принципа выборности мировых судей, от института съездов мировых судей.

Мировые судьи в Сибири, как участковые так и добавочные, назначались министром юстиции. Почетные мировые судьи также назначались министром юстиции, но по согласованию с губернатором сроком на 3 года. Такой же порядок ранее был установлен для Архангельской, Кубанской, Терской и Ставропольской губерний, а так-

же Черноморского округа. В указанных губерниях, кроме Архангельской, эти назначения проводились по согласованию с «главноначальствующим» Кавказа. В западных губерниях (Виленской, Витебской, Волынской, Гродненской, Киевской, Ковенской, Минской, Могилевской, Подольской), а также Астраханской и Оренбургской областях мировые судьи назначались правительством. Любопытна такая деталь: почетным мировым судьям в центральной России присваивался шестой класс по чинопроизводству и шестой разряд по шитью мундира, в Сибири же должность почетного мирового судьи соответствовала пятому классу и пятому разряду по шитью мундира [8, Л. 76]. Для современников эта разница имела существенное значение. Это является еще одним доказательством различного отношения министерства юстиции к судьям центральных губерний и окраинных регионов империи не в пользу, разумеется, вторых. Вся совокупность так называемых «изъятий» из «Временных правил...», касающихся мировой юстиции, позволяет сделать вывод о том, что применительно к Сибири мировые судьи имели весьма ограниченную компетенцию. Но учитывая тот факт, что к моменту реализации судебной реформы в Сибири «мировые судебные установления» в Оренбургской и Астраханской губерниях, за исключением г. Астрахани, были упразднены вообще, сибирские мировые судьи были прогрессивным явлением для того времени. К сожалению, «Временные правила...» отступили от еще одного основополагающего принципа – принципа разделения властей. Так, в Енисейской, Якутской и Приамурской областях обязанности мировых судей возлагались на начальников местной полиции, которым, в свою очередь, разрешалось возлагать свои обязанности на помощников. Помимо этого мировые судьи осуществляли функции обвинительной власти. На участковых и «добавочных» мировых судей возлагались еще и обязанности участковых судебных следователей. Мировые судьи вынуждены были сами возбуждать уголовные дела, проводить предварительное следствие, выполнять следственные процедуры по делам высшей подсудности. Одновременно с этим они исполняли поручения губернаторских присутствий по опекунам делам, выполняли нотариальные действия. Чрезмерный круг должностных обязанностей мировых судей в Сибири не только существенно увеличивал нагрузку мировых судей, но и нарушал основные принципы Судебных уставов. В итоге сложившееся положение дел привело к частым судебным

ошибкам, волоките и в целом к нарушению права населения на судебную защиту.

Еще одной особенностью реформы суда в Сибири стало отсутствие разграничения подсудности дел мировой юстиции и окружных судов. Это подтверждается тем, что «Временные правила...» вменяли в обязанность окружным судам во время выездных сессий в отдаленные регионы рассматривать дела мировой подсудности. Исполнения решений мировых судей в большинстве случаев отдавались на откуп полицейским чинам (за что в свое время критиковали до реформенные судьи), за исключением некоторых городов, где решения мировых судей исполнялись судебными приставами, как это и должно было быть по замыслу Судебных уставов. Кроме того, в Сибири полиция имела право приносить апелляционные отзывы на неоконченные приговоры мировых судей в окружной суд. В центральных губерниях свои заключения на решения мировых судей полиция представляла только через помощника прокурора [9]. В результате такого рода «новаций» мировые судьи Сибири были превращены из самостоятельного звена судебной системы в дополнительное подразделение окружных судов. Сибирская мировая юстиция полностью утратила черты института самоорганизации общества. Без особых изменений остались лишь требования к кандидатам на должность мировых судей. Так, согласно «Временным правилам...», мировыми судьями могли быть «только русские подданные, которые имеют не менее 25 лет от роду; получившие образование в высших или средних учебных заведениях или выдержали соответствующее ему испытание, имеющие стаж не менее трех лет в должностях, которые бы позволили приобрести практические сведения в производстве судебных дел». Как и в центральных губерниях, запрещалось занимать должность мирового судьи, лицам «состоявшим под следствием или судом за преступления или проступки, а равно подвергшимся по судебным приговорам за противозаконные деяния заключению в тюрьму или иному более строгому наказанию, и те, которые ранее были судимы за преступления и проступки; исключенные со службы по суду или из духовного ведомства за пороки, или же из среды обществ и дворянских собраний по приговорам тех сословий, к которым они принадлежат; объявленные несостоятельными должниками; состоящие под опекою за расточительство» [9, Л. 65–68]. В Сибири были отменены широко практиковавшиеся в европейской части России публичные процедуры составления списков штатных мировых судей, поэтому

ни о какой открытости и гласности в подборе кандидатов на должности мировых судей речи не могло идти. Таким образом, мировые и почетные мировые судьи Сибири были наделены меньшими правами, чем их коллеги из центральных областей России.

Следующее обстоятельство, которое отрицательно повлияло на качество правосудия в Сибири, это стремление правительства «не причинять значительных обременений» Казначейству при формировании новых судебных учреждений, вследствие чего штаты новых судов были значительно меньше установленных министерством юстиции нормативов. Сэкономили и на должностных окладах судебных работников, которые были ниже, чем в центральных губерниях. По меткому выражению автора статьи «Яркие недостатки сибирского суда», Сибирь получила «правосудие на дешевых началах» [10]. Последствия «изъятий» из Судебных уставов и экономии средств казначейства не замедлили отрицательно сказаться на судебной практике реформенных судов [11].

Таким образом, царское правительство в условиях нарастания консервативных тенденций в конце XIX в. широко перекраивало судебное законодательство России, допускало новации применительно к регионам, где Судебные уставы вводились впервые. Характер основных ограничений этого кодекса при проведении судебного преобразования в Сибири является этому подтверждением. В итоге была создана совершенно иная модель судостроительства, принципиально отличная от той, которая предусматривалась Судебными уставами 1864 г. Эта модель восстанавливала единство власти, делала суды менее самостоятельными и защищенными. Она исключала почти все демократические принципы и институты, а потому лишалась инструментов укрепления своего авторитета и доверия среди населения.

Список литературы

1. РГИА Ф. 1405. Оп. 542. Д. 251. Л. 40.
2. Судебные Уставы императора Александра II в Сибири. – Томск, 1897. – С. 10.
3. ГУТО «ГА в Тобольске» Ф. 152. Оп. 37. Д. 875. Л. 2.
4. Сборник статистических сведений министерства юстиции. – СПб. 1890. – Вып. 5. – С. 6–7.
5. Анучин Ф. Пасынки Фемиды // Сибирские вопросы. – 1909. – № 51–52. – С. 71.
6. ПСЗРИ. Т. 16. Ст. 378.
7. ГУТО «ГА в Тобольске» Ф. 376. Оп. 1. Д. 502. Л. 17 об.
8. Головачев А.А. 10 лет реформ. 1861–1871 гг. – СПб, 1872. – С. 76.
9. Хроника внутренней жизни // Русское богатство. – 1898. – № 2. – С. 201.
10. Сибирские вопросы. – 1908. – С. 41.
11. Малышева Е.В. Судебная реформа в Сибири (на примере Тобольской губернии): монография. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – С. 79–94.

References

1. RSHA F. 1405 I. 542 D. 251 pp. 40.
2. Teal Statutes of Emperor Alexander II in Siberia. Tomsk, 1897. pp. 10.
3. SMTR «SA in Tobolsk» F. 152 I. 37 D. 875 pp. 2.
4. Collection of statistical data of the Ministry of Justice. – St. Petersburg, 1890 Issue 5. pp. 6–7.
5. Anuchin F. Stepchildren Themis // Siberian questions. 1909. no. 51–52. pp. 71.
6. FCLR. Vol. 16. pp. 378.
7. SMTR «SA in Tobolsk» F. 376 I. 1 D. 502 pp. 17 t.
8. Golovachyov A.A 10 years of reform. 1861–1871. St. Petersburg, 1872. pp. 76.
9. Chronicle of the inner life // Russian wealth. 1898. no. 2. pp. 201.
10. Siberian questions. 1908. pp. 41.
11. Malysheva E.V. Judicial reform in Siberia (for example, the province of Tobolsk): Monograph / E.V. Malysheva. Tyumen TSOGU, 2013. pp. 79–94.

Рецензенты:

Софронов В.Ю., д.и.н., профессор кафедры истории, философии, культурологии и ПО филиала ТюмГУ, г. Тобольск;

Егорова Г.И., д.п.н., профессор филиала ТюмГУ, г. Тобольск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 811.111'37 + 811.161.1'37

ЛЕКСИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ДИСКУРС-АНАЛИЗА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПОЛЯ НАДЕЖДА / HOPE (НА МАТЕРИАЛЕ КОРПУСНЫХ ТЕКСТОВ)**Балашова Е.Ю.***ФГБОУ ВПО «Саратовская государственная юридическая академия»,
Саратов, e-mail: balashovaelena@yandex.ru*

Данная статья посвящена проблемам разработки методики дискурсивного анализа на лексическом уровне. Автор исследует структуру концептуального поля *надежда / hope* в православном и протестантском субдискурсах на материале текстов Национального корпуса русского языка и Британского Национального корпуса. Первичная обработка корпусных текстов позволяет составить список частотных коллокатов лексемы *надежда / hope* в русском и английском языках, распределить их по тематическим сферам, а также провести ранжирование полученных тематических областей в структуре исследуемых субдискурсов по яркости объективации. Автор выделяет сверхчастотные ядерные лексемы, функционирующие в православном и протестантском субдискурсах и представляющие собой их своеобразный лексико-когнитивный каркас. Кроме того, моделирование дискурсообразующих концептуальных полей позволяет получить достаточно адекватные представления об организации всего религиозного христианского дискурса в целом, специфике его функционирования, а также характерных тенденциях динамики в речи и языке.

Ключевые слова: корпусные тексты, лексемы-коллокаты, дискурс-анализ, тематическая сфера, дискурсивная специфика, когнитивная оппозиция, семантико-когнитивный анализ

LEXICAL LEVEL OF THE CONCEPTUAL FIELD HOPE DISCOURSE ANALYSIS (ON THE MATERIAL OF CORPUS TEXTS)**Balashova E.Y.***Saratov State Legal Academy, Saratov, e-mail: balashovaelena@yandex.ru*

The given article is dedicated to the problems of working out the methods of discourse analysis on the lexical level. The author studies the structure of the conceptual field *hope* in Orthodox and Protestant subdiscourses in the textual materials of National Corpus of Russian Language and National British Corpus. The initial study of corpus texts allows to make a list of frequent collocates of the word *hope* in Russian and English languages, to allocate them into thematic spheres and to range according to the degree of objectification within the above-mentioned subdiscourses' structure. The author singles out the most frequent core lexical units functioning in Orthodox and Protestant subdiscourses and representing their original lexico-cognitive foundation. Moreover the modeling of discourse organizing conceptual fields allows to get more or less adequate idea of the organization of the whole religious Christian discourse in general, the specifics of its functioning and the typical tendencies of dynamics in speech and language.

Keywords: corpus texts, collocates, discourse analysis, a thematic sphere, discourse specifics, a cognitive opposition, semantic-cognitive analysis

Корпусные исследования в области языка имеют полувековую историю и проводились ещё в 60-е годы XX в. британским профессором Р. Квёрком, а затем были продолжены его учениками. Основной задачей данного направления являлось «описание всех возможных лингвистических данных английского языка в его разных стилях и регистрах с регистрацией всех данных разных лингвистических разделов» [1].

В настоящее время исследователи проводят корпусные исследования дискурса в двух направлениях: статистическом, разработанном зарубежными специалистами, и когнитивном, развитом российской наукой о языке. «Создание методологии когнитивного анализа как в рамках когнитивно-дискурсивного направления [2, 4, 6, 7, 9], так и в рамках компьютерно-корпусной лингвистики представляется отечественным исследователям актуальной проблемой современных когнитивных наук» [5].

Таким образом, целью данного исследования является дискурсивный анализ структуры концептуального поля *надежда / hope* на лексическом уровне, включающий его тематическое картирование, выявление базовых когнитивных оппозиций и определение основных тенденций динамики религиозного христианского дискурса в речи и языке.

Материалом исследования послужили тексты Национального корпуса русского языка [8] (его церковно-богословского подкорпуса) и Британского Национального корпуса [3]. Так, было выявлено 230 употреблений лексемы *надежда* в 69 документах церковно-богословского подкорпуса Национального корпуса русского языка, общий объём которого составляет 824 документа.

Наиболее частотными коллокатами указанной лексемы по данным корпусных текстов являются лексемы Бог (34), жизнь (32), человек (27), любовь (24), радость (20), Христос (18), ожидание (12),

мир (10), молитва (10), отчаяние (9), церковь (9), страх (9), душа (9), уверенность (9), покаяние (8), Евангелие (8), Господь (8), смерть (7), тоска (7), утешение (7), сердце (7), Апостол / ы (7), спасение (6), грех (6), опыт (6), свет (6), глубина (5), милость (4), боль (4), чувство / а (4), желание (4), закон (4), Святой Дух (4), будущее (4), горе (4), человечество (4), свобода (4), дело / а (4), батюшка (3), Спаситель (3), упование (3), Богородица (3), ужас (3), правда (3), вечность (3), разочарование (3), готовность (3), путь (3), тьма (2), Россия (2), иллюзия (2), блаженство (2), общение (2), послушание (2), Отечество (2), таинство (2), Божия Матерь (2). Сверхчастотными лексемами, составляющими ядро концептуального поля *надежда* в православном субдискурсе, являются лексемы *Бог, жизнь и человек*. Можно говорить об универсальном характере указанных единиц, выполняющих дискурсообразующую функцию и представляющих собой некий когнитивный каркас религиозного христианского дискурса в целом.

На основе списка частотных лексем-коллокатов нами было проведено тематическое моделирование православного субдискурса. Так, указанный субдискурс содержит следующие тематические сферы:

1. *Духовно-нравственная сфера*: милосердие, милость, покаяние, блаженство, благодать, любовь, упование, вера, утешение, подкрепление, укрепление, связь, благочестие, сердечность, дерзновение, порядочность, искренность, терпение, возрождение, душа, благодарность, врачевание.

2. *Сфера эмоциональных категорий*: восторг, чувства / о, желание, радость, сердце, счастье, ожидание, намерение, уверенность, вдохновение, предвкушение, мечтания / мечта, чаяние, торжество, изумление, умиление, примирение.

3. *Сфера церковных реалий и таинств*: батюшка, Русская Православная Церковь, Церковь Христова, служение, молитва, послушание, таинство, исповедь, исповедание, монастырь, монахи.

4. *Сфера божественных явлений и сущностей*: Евангелие, Спаситель, Христос, Сын Божий, Бог, жертвоприношение, Богородица, Святая Троица, Святой Дух, дух, Царство Божие, Апостол / ы, Библия, Господь, Божия Матерь, Священное Писание, небо, псалмы, Псалтирь, откровение, предстательство.

5. *Онтологическая сфера*: иллюзия, любовь, вера, будущее, безопасность, добро, человечество, идеализм, свобода, человек, прогресс, природа, правда, истина, опыт, гармония, смысл, вечность, награда, победа, красота, путь, трагедия, призвание, цель.

6. *Национально-патриотическая сфера*: Россия, Церковь Российская, Русская Зарубежная Церковь, родина, Отечество, единство.

7. *Догматическая сфера*: спасение, закон, ближний, заповеди, вероучение.

8. *Сфера рациональных категорий*: премудрость, разум, понимание, ум.

9. *Сфера социальных отношений*: помощь, поддержка, семья, общество, брак, воспитание, образование, общение.

Наибольшим количеством репрезентантов (44) обладает тематическая сфера, содержащая лексемы, семантически противопоставленные лексемам выделенных тематических сфер: недоверие, отчаяние, боль, тьма, зло, смерть, тоска, страх, горе, грех, страдания, ужас, преступление, недоумение, растерянность и др. Единицы данной тематической сферы вступают в антонимические отношения с единицами всех 9 тематических сфер и формируют устойчивые дискурсивные оппозиции: уверенность – неуверенность, счастье – горе, упование – отчаяние, свет – тьма, добро – зло, жизнь – смерть, благочестие – грех, подвиг – преступление, уверенность – сомнение, гармония – хаос, смысл – бессмыслица и др.

Тематические сферы концептуального поля *надежда* упорядочиваются по принципу поля в структуре православного субдискурса. Так, ядру принадлежит духовно-нравственная сфера (45). Околоядерную зону занимает сфера божественных явлений и сущностей (21), а также онтологическая сфера (25). Ближняя периферия представлена сферами эмоциональных категорий (17) и церковных реалий (11). На дальней периферии находятся сфера социальных отношений (8), национально-патриотическая сфера (6), догматическая сфера (5), а также сфера рациональных категорий (4).

Проведённый анализ лексем-коллокатов, составляющих концептуальное поле *надежда* в православном субдискурсе, позволяет выделить следующие направления развития указанного вида дискурса в русском языке:

1) дискурсивная выраженность внимания к духовно-нравственной тематической сфере, представленной 45 лексемами;

2) дискурсивная выраженность внимания к онтологической сфере, в состав которой входит 25 единиц;

3) дискурсивная выраженность внимания к тематической сфере эмоциональных категорий, содержащей 17 частотных ключевых лексем;

4) дискурсивная активизация лексем, выражающих божественные явления и сущ-

ности (21 контекстное употребление): Евангелие, Христос, Спаситель, Сын Божий, Бог, Богородица, Святая Троица, Святой Дух, Царство Божие, Апостол / ы, Господь, Божия Матерь;

5) дискурсивная активизация лексем с общей семой «духовная жизнь»: покаяние, вера, любовь, душа, смирение, обновление, возрождение, служение, молитва, послушание, исповедание;

6) дискурсивная активизация лексем с общей семой «общественная жизнь»: человечество, общество, прогресс, человек, единство, ближний, семья, брак, воспитание, образование, общение.

Таким образом, исследование концептуального поля *надежда* в православном субдискурсе позволяет говорить о тяготении последнего к духовно-нравственной и онтологической областям, а также о высокой степени контекстной активности лексем, принадлежащих лексико-семантическим полям «Божественные явления и сущности» и «Церковные реалии и таинства».

С целью проведения сопоставительного анализа православного и протестантского субдискурсов целесообразно обратиться к Британскому Национальному корпусу.

Нами было изучено 500 контекстных употреблений лексемы *hope* по материалам указанного корпуса.

К стословному списку коллокатов данной лексемы в английском языке мы причислили такие единицы, как *life* (11), *God* (6), *joy* (4), *power* (4), *future* (4), *parish* (3), *Britain* (3), *enthusiasm* (3), *community* (3), *issue* (3), *glory* (2), *effort* (2), *passion* (2), *church* (2), *spirit* (2), *work* (2), *encouragement* (92), *achievement* (2), *recovery* (2), *love* (2), *faith* (2), *time* (2), *friendship* (2), *regret* (2), *compromise* (2), *gloom* (2), *existence*, *thinking*, *reversal*, *assistance*, *identity*, *priest*, *end*, *source*, *instability*, *England*, *support*, *development*, *co-operation*, *forgiveness*, *feelings*, *period*, *fervour*, *confidence*, *Orthodox*, *time*, *need*, *aid*, *concern*, *dignity*, *group*, *despondency*, *anticipation*, *mission*, *common sense*, *delight*, *the Lord*, *strength*, *thrill*, *justice*, *attitude*, *communion*, *a Mass*.

Примечательно, что лексемами, обладающими повышенной частотой, являются лексемы *life* и *God*. Данные лексемы были причислены к ядру концептуального поля *надежда* и в православном субдискурсе. Таким образом, в ядерной зоне концептуального поля *надежда* / *hope* в православном и протестантском субдискурсах можно выделить базовые наднациональные компоненты, формирующие когнитивную и аксиологическую основы всего религиозного христианского дискурса в целом.

Представленный список лексем-коллокатов позволяет классифицировать их по следующим тематическим сферам:

1. *Церковная сфера*: *parish*, *priest*, *church*, *communion*, *service*, *convert*, *prayer*, *blessing*, *a Mass*, *the Bible*.

2. *Догматическая сфера*: *glory*, *Orthodox*, *spirit*, *mission*, *the Lord*, *God*, *redemption*, *sacrifice*, *faith*.

3. *Онтологическая сфера*: *existence*, *identity*, *development*, *life*, *period*, *future*, *time*, *issue*, *justice*, *fate*, *opportunity*, *possibility*, *experience*, *knowledge*, *success*, *happiness*, *survival*, *world*.

4. *Эмоционально-психологическая сфера*: *thinking*, *joy*, *feelings*, *passion*, *fervour*, *enthusiasm*, *need*, *anticipation*, *common sense*, *delight*, *thrill*, *intensity*, *love*, *excitement*, *attraction*, *remembrance*, *energy*, *calmness*, *comfort*, *relief*.

5. *Духовно-нравственная сфера*: *reversal*, *source*, *forgiveness*, *power*, *confidence*, *dignity*, *strength*, *recovery*, *dedication*, *fulness*, *reconciliation*, *maturity*, *trust*, *honesty*, *peace*.

6. *Сфера социальных и межличностных отношений*: *co-operation*, *friendship*, *group*, *community*, *encouragement*, *attitude*, *membership*, *reunion*, *compromise*, *relationships*.

7. *Акциональная сфера*: *effort*, *assistance*, *support*, *aid*, *work*, *achievement*, *victory*.

8. *Национально-патриотическая сфера*: *Britain*, *England*.

Кроме того, нами была выделена тематическая сфера, содержащая единицы, антонимичные лексемам указанных 8 тематических сфер и формирующая дискурсивные оппозиции. Так, для концептуального поля *hope* в протестантском субдискурсе функциональными являются оппозиции «end – existence», «instability – calmness», «despondency – delight», «dread – confidence», «regret – comfort», «atheism – faith», «gloom – joy». Часть перечисленных оппозиций имеет когнитивные проекции с оппозициями, выделенными в концептуальном поле *надежда* в православном субдискурсе. Так, пара «end – existence» семантически сопоставима с парой «жизнь – смерть», пара «gloom – joy» коррелирует с оппозицией «счастье – горе» и, наконец, оппозиция «despondency – delight» является когнитивной проекцией оппозиции «восторг – печаль».

Тематические сферы концептуального поля *hope* в протестантском субдискурсе могут быть структурированы по полювому принципу. Таким образом, ядерную зону составляют эмоционально-психологическая (20) и онтологическая (18) сферы. Околоядерная область представлена духовно-нравственной (15), церковной (10), а также

сферой социальных и межличностных отношений (10). На ближней периферии находятся догматическая (9) и акциональная (7) сферы. Наконец дальняя периферия исследуемого концептуального поля представлена национально-патриотической сферой (2).

Принцип тематического моделирования дискурса, применяемый при обработке дискурсно значимых лексических единиц и при составлении списка лексем-коллокатов, позволяет выявить общие тенденции динамики исследуемого вида дискурса в структуре коммуникации. Так, протестантский субдискурс отличается:

1) дискурсивной выраженностью внимания к эмоционально-психологической сфере, представленной 20 единицами;

2) дискурсивной выраженностью внимания к онтологической сфере, в состав которой входит 18 единиц;

3) дискурсивной активизацией лексем, выражающих реалии церковной жизни: parish, priest, church, communion, service, convert, prayer, a Mass;

4) дискурсивной активизацией лексем с общей семой «психо-эмоциональное состояние»: joy, feelings, passion, fervour, enthusiasm, delight, thrill, excitement, energy, calmness, comfort, relief;

5) дискурсивной активизацией лексем с общей семой «социальность»: friendship, group, community, membership, reunion, relationships, co-operation.

Таким образом, анализ специфики концептуального поля *надежда / hope* в православном и протестантском субдискурсах позволяет выявить такие их общие характеристики, как ориентированность на онтологическую и духовно-нравственную тематические сферы, активизация лексем, выражающих церковные реалии и Божественные сущности, а также контекстная активность сем «Духовность» и «Социальность» и, наконец, когнитивная и семантическая близость базовых дискурсных оппозиций.

Таким образом, моделирование концептуального поля в структуре дискурса на лексическом уровне позволяет провести статистический и когнитивный анализ частотных и сверхчастотных лексем, составляющих дискурсивное ядро, разработать тематическую карту дискурса, а также выявить его сущностные характеристики и основные тенденции развития.

Список литературы

1. Александрова О.В. Когнитивно-прагматические особенности построения дискурса в средствах массовой информации // Текст и дискурс: традиционный и когнитивно-функциональные аспекты исследования. – 2002. – С. 85–88.

2. Болдырев Н.Н. Категориальная система языка // Когнитивные исследования языка. – 2012. – № 10. – С. 17–120.

3. Британский Национальный корпус [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.natcorp.ox.ac.uk>

4. Демьянков В.З. Интерпретация политического дискурса в СМИ // Язык СМИ как объект междисциплинарного исследования: учеб. пособие. – М.: Изд-во Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 2003. – С. 116–133.

5. Заботкина В.И. Когнитивный анализ семантики слова: перспективы исследований [Электронный ресурс] // Кружлый стол «Методы когнитивного анализа семантики слова», НОЦ КИПТ РГГУ, 24 октября, 2011. URL: <http://www.cognitive.rggu.ru/section.html>.

6. Кибрик А.А. Когнитивные исследования: сб. науч. тр. – Вып. 5. – М.: Институт психологии (ИП) РАН, 2012. – 295 с.

7. Кубрякова Е.С. О понятиях дискурса и дискурсивного анализа в современной лингвистике // Дискурс, речь, речевая деятельность: функциональные и структурные аспекты. – М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2000. – С. 5–13.

8. Национальный корпус русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ruscorpora.ru>.

9. Рахилина Е.В. Лингвистика конструкций. – М.: Азбуконик, 2010. – 584 с.

References

1. Aleksandrova O.V. *Tekst i diskurs: traditsionny i kognitivno-funktsionalny aspekty issledovaniya* (Text and discourse: the traditional and cognitive-functional approaches of research), 2002, pp. 85–88.

2. Boldyrev N.N. *Kognitivnye issledovaniya yazyka* (The cognitive study of language), 2012, no. 10, pp. 17–120.

3. *Britansky Natsionalny korpus* (British National Corpus). Available at: <http://www.natcorp.ox.ac.uk>.

4. Demyankov V.Z. *Yazyk SMI kak objekt mezhdistitsiplinarnogo issledovaniya* (Media language as the object of interdisciplinary research). Moscow: Izd-vo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta im.M.V. Lomonosova, 2003. pp. 116–133.

5. Zabolkina V.I. *Krugly stol «Metody kognitivnogo analiza semantiki slova»* («The methods of cognitive analysis of a word's semantics»), 2011. Available at: URL: <http://www.cognitive.rggu.ru/section.html>.

6. Kibrik A.A. *Kognitivnye issledovaniya* (Cognitive studies). Moscow: Institut psihologii (IP) RAN, 2012. 295 p.

7. Kubryakova E.S. *Diskurs, rech, rechevaya deyatel'nost: funktsionalnye i strukturnye aspekty* (Discourse, speech, speech activity: the functional and structural aspects). Moscow: Institut nauchnoy informatsii po obschestvennym naukam RAN, 2000. pp. 5–13.

8. *Natsionalny korpus russkogo yazyka* (National Corpus of Russian Language). Available at: <http://www.ruscorpora.ru>.

9. Rakhilina E.V. *Linguistika konstruktivnyy* (The linguistics of constructions). Moscow: Azbukovnik, 2010. 584 p.

Рецензенты:

Молодкин А.М., д.фил.н., профессор кафедры английского и испанского языков, лингвистики, ФГБОУ ВПО «Саратовская государственная юридическая академия», г. Саратов;

Елина Е.А., д.фил.н., профессор кафедры английского языка, теоретической и прикладной лингвистики, ФГБОУ ВПО «Саратовская государственная юридическая академия», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 811.111

ОСОБЕННОСТИ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ КОНЦЕПТА «DEATH» ВО ФРАЗЕОЛОГИЗМАХ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Выхрыстюк М.С., Вычужанина А.Ю., Назмиева Э.А.

*Филиал ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет»,
Тобольск, e-mail: margaritavv@mail.ru*

Данное исследование посвящено анализу и моделированию содержательной структуры концепта «death» во фразеологизмах английского языка в виде системно упорядоченного набора компонентов. Репрезентация концепта «death» достаточно высока в англоязычном дискурсе, что, в свою очередь, говорит о том значительном месте, которое занимает данный концепт в англоязычной картине мира. Рассмотрение данного концепта производится на различных структурных уровнях языка. Особое внимание уделяется лексическому уровню языка, и на данном уровне выделяются лексемы концептуальных областей. В ходе исследования выделены три концептуальные области, репрезентирующие данный концепт. Проведен анализ фразеологизмов каждой концептуальной области и приведены примеры фразеологизмов для каждой области. В ходе исследования было выяснено, что существует большое количество фразеологизмов, раскрывающих концепт «death» и особенности его восприятия в англоязычной картине мира.

Ключевые слова: концепт, концептуальный анализ, фразеологизм, фразеология, картина мира, вербализация

THE PECULIARITIES OF THE CONCEPT «DEATH» REPRESENTATION IN PHRASEOLOGICAL UNITS OF THE ENGLISH LANGUAGE

Vykhrystyuk M.S., Vychuzhanina A.Y., Nazmieva E.A.

Tyumen State University in Tobolsk campus, Tobolsk, e-mail: margaritavv@mail.ru

The following research is devoted to the analysis and modeling of the meaningful structure of the concept «death» in phraseological units of the English language in the form of ordered set of components. The representation of the concept «death» is very vivid in the English discourse, which shows, that this concept plays an important role in English world pattern. The analysis of the concept is made on different structural levels of the language. An emphasis is put on the lexical level of the language which represents the conceptual areas of the concept «death». During the analysis three conceptual areas are found. We analyzed the phraseological units of each conceptual area and gave examples of the units. It became clear that there are a lot of English phraseological units representing the concept «death» and its peculiarities in the English world pattern.

Keywords: concept, conceptual analysis, phraseological unit, phraseology, world pattern, verbalization

Данное исследование посвящено анализу и моделированию содержательной структуры концепта «death» во фразеологизмах английского языка в виде системно упорядоченного набора компонентов. Репрезентация концепта «death» достаточно высока в англоязычном дискурсе, что, в свою очередь, говорит о том значительном месте, которое занимает данный концепт в англоязычной картине мира. Рассмотрение данного концепта производилось на всех структурных уровнях языка, и были выделены три концептуальные области, репрезентирующие данный концепт. Проведен анализ фразеологизмов каждой концептуальной области и приведены примеры фразеологизмов для каждой области. В ходе исследования было выяснено, что существует большое количество фразеологизмов, раскрывающих концепт «death» и особенности его восприятия в англоязычной картине мира.

Язык выступает связующим звеном между внутренним миром человека и внешним миром: человек, воспринимая в процессе деятельности мир, фиксирует в языке результаты своего познания. Совокупность

знаний человека о мире, запечатлённых в языковой форме, представляет собой языковую картину мира. Каждый естественный язык отражает определённый способ восприятия действительности и создает свою картину мира, специфичную и уникальную для каждого языка и, соответственно, народа, этнической группы, речевого коллектива, пользующегося данным языком как средством общения [8].

За время существования английского языка в нем накопилось большое количество выражений, которые отражают особое восприятие окружающей действительности людьми, говорящими на нем. Эти выражения оказались удачными, меткими и красивыми. Так и возник особый слой языка – фразеология. Фразеология – это наука о фразеологических единицах (фразеологизмах), то есть об устойчивых сочетаниях слов с осложненной семантикой, не образующихся по порождающим структурно-семантическим моделям переменных сочетаний [5].

Фразеологизмы обогащают любой язык и помогают ему полностью обеспечить наименование познанных человеком сторон

действительности. Фразеологизмы – это своеобразные «микротексты», вбирающие в себя разнообразную информацию об объектах реальной действительности. Природа значения фразеологической единицы тесно связана с фоновыми знаниями носителя языка, с практическим опытом личности, с культурно-историческими традициями народа, говорящего на данном языке [8].

Картину мира (мировидение, мировосприятие) в свою очередь формирует система концептов. Концепт – понятие сложное, связанное с познанием мира, с формированием представлений о нем. Понятие концепт неотъемлемо связано как с языком, так и с культурой [1].

Целью данного исследования является описание и анализ концепта «death» во фразеологизмах английского языка. Актуальность данного исследования обусловлена тем, что концепт «death» является одним из универсальных концептов в языковой картине мира многих народов. Проблема смерти на протяжении всей истории человечества привлекала к себе внимание людей, представляла непреходящий и непосредственный интерес и даже являлась источником постоянного страха.

Теоретическую основу исследования составили труды российских и зарубежных ученых в области лингвистики. Среди исследователей можно выделить Е.Ф. Амосову, Ю.Д. Апресяна, Н.Д. Арутюнову, А.П. Бабушкина, А. Вежбицкую, В.В. Виноградова, Е.С. Кубрякову, А.В. Кунину, В.А. Маслову, С.Е. Никитина, В.Н. Телия, Р.М. Фрумкина, Л.В. Щербу и др.

В ходе исследования нами было рассмотрено 47 фразеологических единиц со значением «death», на их основе было выделено 3 лексемы, отражающие особенности восприятия концепта «death» во фразеологизмах английского языка.

Наряду со стремительным развитием информационных технологий развивается и современная лингвистика, её центральным понятием является концепт, под которым понимается вслед за А.П. Бабушкиным «дискретная содержательная единица коллективного сознания или идеального мира, хранящаяся в национальной памяти носителя языка в вербально обозначенном виде» [1]. Концепт – единица мышления, следовательно, неотъемлемая часть каждого из нас.

В терминах Ю.С. Степанова «концепт – микромодель культуры, он порождает ее и порождается ею. Являясь «сгустком культуры», концепт обладает экстралингвистической, прагматической, внеязыковой информацией» [8].

При рассмотрении концепта «death» авторами был использован метод концептуального анализа. Цели и задачи концептуального анализа определяются следующим образом: «Для создания культурно-лингвистического портрета слова следует не просто описывать историю его употребления и интерпретации. Сопоставление этимологического значения, семантики и прагматики слова должно вскрыть глубинные процессы, происходящие внутри его; с другой стороны, сопоставление «вскрытого» механизма порождения слова с реальными значениями, словотолкованиями дает возможность проследить особенности мышления, мироощущения человека, народа, особенности формирования и развития культуры» [3]. Таким образом, концептуальный анализ включает схематизацию концепта и культурологическое описание его составляющих элементов.

Исходя из теоретических установок по анализу концепта, мы будем придерживаться структуры исследования концептов В.А. Масловой в рамках лингвистики, которую поэтапно можно представить следующим образом:

- Анализ лексикографических источников, который позволяет выделить содержание имени концепта на основе словарных дефиниций. Формирование ядра концепта.

- Выделение периферии концепта на основе результатов анализа фразеологических единиц [6].

Исследования последних десятилетий демонстрируют интерес к анализу различного рода лингвокультурологических концептов. Пользуясь термином, предложенным А. Вежбицкой, мы можем назвать концепт «death» универсальным, общечеловеческим концептом [2]. Подтверждением этому также может служить тот факт, что первое упоминание лексемы *death* мы встречаем в Библии, где она употребляется наряду с языковыми репрезентациями концепта «грех», которые зачастую заменяют языковые репрезентации исследуемого нами концепта [4].

Этимологически слово *death* включает в себя прекращение, полную остановку биологических и физиологических процессов жизнедеятельности организма; причину смерти; болезнь; смертность; конец земной жизни, переход к вечной духовной жизни; состояние, при котором человек находится под властью греха [11].

В результате анализа словарных дефиниций было выделено ядро концепта «death»: «акт смерти» (*the act of dying*) и «состояние смерти» (*the state of being dead*).

К дополнительным значениям, согласно толковым словарям, можно отнести: пре-

крашение, остановку биологических функций; причину смерти; смертность; конец земной жизни, переход к вечной духовной жизни; состояние, при котором человек находится под властью греха; время окончания или факт окончания; угасание жизни, гибель; способ смерти; олицетворение смерти; инструмент смерти; смертную казнь; утрату духовной жизни; гражданскую смерть; смертное ложе; момент смерти; причину провала, неудачи; исчезновение, разрушение чего-то неживого; вымирание; акт убийства.

Говоря о периферии рассматриваемого нами концепта, стоит отметить, что он имеет сложную структуру, представленную тремя областями: **murder** (убийство), **end** (конец), **Grim Reaper** (олицетворение смерти). Эти области взаимодействуют как между собой, так и с областями других концептов.

Анализируемый нами концепт «death» репрезентируется практически на всех структурных уровнях языка: его вербализаторами могут быть морфема, лексема, словосочетание, предложение и текст. На морфологическом уровне данный концепт представлен главным образом морфемами: *death (to be like death warmed up* – очень больной, усталый, как смерть), *dead (wouldn't be seen dead* – лучше умереть, чем), *die (to die with one's boot son* – умереть на рабочем месте, работать до пожилого возраста). На лексическом уровне, применяя семантический и частотный анализ, можно выделить большое количество ключевых лексем, репрезентирующих различные концептуальные области.

Например, ключевыми лексемами для области **murder** могут быть такие вербализаторы, как:

- **death** (*to fight to the death* – сражаться насмерть; *to deal a death blow* – нанести смертельный удар, прикончить; *to sign smb's death warrant* – подписать смертный приговор);

- **blood** (*to shoot down smb. in cold blood* – хладнокровно убить; *to have blood on one's hand* – чьи-то руки в крови, быть виновным в смерти; *blood is shed / the blood is spilled* – пролилась кровь, погибли люди; *to be out for blood / to be after smb's blood / to bay for blood / to be baying for blood* – жаждать крови, расправы; *bathe in blood* – учинить кровавую расправу, купаться в крови);

- **hell** (*to play hell with smb/smt* – погубить, разрушить).

Несколько фразеологизмов, имеющих значение убийства, вербализируются с помощью глаголов, выражающих физическое действие или борьбу: *fight, beat, knock, put, get*. Например, *to beat / knock the living daylight out of smb* – избить до полусмерти; *to beat smb. to within an inch of their life* – избить кого-либо до смерти.

Наиболее распространенным во фразеологизмах данной области является вербализатор «blood», найденный в шести примерах, что говорит о том, что убийство (*murder*) в английском языке ассоциируется, прежде всего с кровопролитием (*bloodshed*). Кровь во фразеологизмах данной области выступает как синоним убийства.

Фразеологизмы, раскрывающие данную область, отличаются особой эмоциональной окраской, они выражают гнев и решительность (*to fight to the death; to deal a death blow*), месть, злорадство, страх (*to sign smb's death warrant*).

Область **end** может быть актуализирована посредством вербализаторов *death (to be at death's door* – быть при смерти, стоять одной ногой в могиле; *to plumb the death* – испить горькую чашу до дна, испить всю горечь), *dead (to be dead as a dodo* – быть забытым, похороненным, отжить свой срок; *to be dead in the water* – не иметь надежд, провалиться; *to be a dead duck* – быть неудачником, провалиться; *to be dead on one's feet* – валиться с ног, быть усталым).

Особенно интересен фразеологизм «*to be dead as a dodo*». *Dodo* – это дронг, вымершее семейство крупных нелетающих птиц, водившихся на островах Маврикия и Бурбона. *To be dead as a dodo* – дословно, быть мертвым, как дронг. Общее значение фразеологизма – быть умершим, похороненным, давно или полностью забытым, преданным забвению. Существует несколько вариаций фразеологизма: *to be/as dead as a door-nail* (дверной гвоздь), *as a her ring* (сельдь), *as Julius Caesar* (Юлий Цезарь), *as mutton* (баранина), редк. *as Queen Anne* (Королева Анна). Все эти вариации передают одно и то же значение. В словаре А.В. Кунина выделяется два значения данного фразеологизма и его вариаций:

1. Без каких-либо признаков жизни, бездыханный; погибший окончательно;

2. Превратившийся в мертвую букву, утративший силу; вышедший из употребления; отживший свой век [10].

Для американской картины мира существуют другие варианты: *as dead as a mackerel* (макрель, скумбрия), *as Moses* (Моисей). В Австралии говорят: *as dead as a meataxe* (топор для рубки мяса) или *as a mutton chop* (баранье ребрышко).

На примере фразеологизма «*to be dead as a dodo*» и его вариаций можно проследить особенности восприятия смерти жителями Британии, Америки и Австралии. Мертвец или что-то мертвое ассоциируется у британцев и австралийцев с неживыми предметами (дверной гвоздь, топор для рубки мяса). Для жителей Америки

и Британии характерно сравнение чего-то или кого-то мертвого или забытого с реально существовавшими людьми или библейскими персонажами (Julius Caesar, Queen Anne, Moses). Также для всех трех картин мира свойственно сопоставление с животными, обычно употребляемыми в пищу (mackerel, mutton, herring).

Особенностью фразеологизмов концептуальной области «end» является утрата прямого значения смерти как конца жизни в большинстве фразеологизмов. Конец рассматривается и как конец жизни (*smb's day sare numbered* – чьи-то дни сочтены, *a closecall, a closething* – на волосок от смерти, смертельная опасность, *to beat death's door* – быть при смерти, стоять одной ногой в могиле), и как конец карьеры или успеха, провал (*it is curtains* – это конец, *to be deadin the water* – не иметь надежд, провалиться, *to to be a dead duck* – быть неудачником, провалиться).

В некоторых примерах лексемы *dead*, *die*, *death* совсем не означают смерть, а имеют определенный эмоциональный эффект в структуре фразеологизма. При переводе таких фразеологизмов на русский язык мы не находим значения смерти. Лексемы *dead*, *death* и *die* используются для выражения крайней степени чего-либо (*toplumbthedeath* – испить горькую чашу до дна, испить всю горечь; *to be dead on one's feet* – валиться с ног, быть усталым; *to flog a dead horse* – толочь воду в ступе, заниматься бесполезным делом; *dead-end job* – бесполезная работа). В примерах *to cut smb. dead* – не видеть в упор, игнорировать; *drop dead!* – отстань, отвали – значение смерти утрачено полностью. Лексема *dead* слилась с другими компонентами фразеологизма и образовала другое значение.

Концептуальная область **Grim Reaper** (олицетворение смерти) представлена также с помощью лексемы *death*. Выделение данной области является правомерным, по нашему мнению, поскольку в европейской культуре смерть представляется в виде костлявого существа (живого скелета) в черном балахоне с косой [7]. Она появляется, когда человек бросает вызов смерти. Например, *to dice with death* – играть со смертью, рисковать жизнью. Еще один пример олицетворения смерти – *the dead hand of smth* – удушающая рука чего-то, используется для обозначения опасности, внушения страха. Фразеологизм «*the kiss of death*» – дыхание смерти, губительный фактор, выражает отчаяние и неизбежность смерти. Сравнение человека со Смертью наблюдается во фразеологизме «*to be like death warmed up*» – очень больной, усталый, как смерть.

Во фразеологизмах, представляющих концептуальную область *Grim Reaper*, присутствует как образ смерти, приводящей в ужас (*the dead hand of some thing*), так и смерть, которой можно бросить вызов (*to dice with death*). Так, через фразеологизмы английского языка можно проследить разное восприятие смерти, зависящее от ситуации.

Частотный анализ фразеологизмов показал, что наиболее часто репрезентируется лексема *dead* (38%), остальные лексемы представлены в порядке убывания: *death* (24%), *blood* (22%), *die* (5,4%), *hell* (5,4%) и *kill* (5,4%).

К словосочетаниям и предложениям, вербализирующим концепт «death» вне контекста определенного текста или речевого высказывания, относятся фразеологизмы, содержащие в себе определенный когнитивный признак, характеризующий специфику национального ментального пространства. Наиболее часто с помощью фразеологизмов репрезентируется концептуальный признак «окончания, конца» чего-либо, например, *smb's days are numbered* – чьи-то дни сочтены, *to go to the stake* – лечь костями, пойти на плаху.

Концепт «death» представляет интерес в лингвистическом, философском и общечеловеческом планах и занимает значительное место как в научной, так и в языковой картине мира британского общества. Любая фразеологическая единица неизменно связана со всем опытом и знаниями своего носителя. Элементы выражаемого термином понятия в совокупности со всеми знаниями и опытом своих носителей составляют концепт, элемент коллективного сознания.

Изучение закономерностей вербальной реализации данного концепта (в ходе исследования было проанализировано 47 фразеологизмов) позволило смоделировать содержательную структуру в виде системно упорядоченного набора компонентов, объединенных различного рода связями. Анализ лексических единиц, составляющих концепт «death», позволил вычлени области данной ментальной структуры, наиболее значимые для англоязычного языкового сознания.

Список литературы

1. Бабушкин, А.П. Типы концептов в лексико-фразеологической семантике языка. – ВГУ, 1996. – 450 с.
2. Вежбицкая А. Язык. Культура. Познание. – М.: Русские словари, 1997. – 416 с.
3. Гофман О.В. К вопросу о методе концептуального анализа // Картина мира: модели, методы, концепты. – Томск: Изд-во ТГУ, 2001. – С. 213–2117.

4. Кунин А.В. Большой англо-русский фразеологический словарь. – 5-е изд., исправ. – М.: Русский язык, 1998. – 287 с.
5. Кунин А.В. Курс фразеологии современного английского языка: учеб. для ин-тов и фак. иностр. яз. – 2-е изд., перераб., – М.: Высш. шк., Дубна: изд. центр «Феникс», 1996 – 381 с.
6. Маслова В.А. Лингвокультурология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с.
7. Матвеева А.С. Олицетворение смерти в англоязычной поэзии [Электронный ресурс] // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2009. – № 114. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/olitsvetvorenije-smerti-v-angloyazychnoy-poezii> (дата обращения: 12.10.2014).
8. Сироткина И.В. Репрезентация фразеосемантического поля ПЕЧАЛЬ в русском и английском языках: структурный и семантический аспекты: автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Челябинск, 2012. – 25 с.
9. Степанов Ю.С. Константы: Словарь русской культуры – М.: Школа «Языки русской культуры», 1997. – 87 с.
10. Crabb G. Crabb's English Synonyms [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ozon.ru/context/detail/id/7280706/> (дата обращения: 11.10.2014).
11. Stormonth J., Phelp P.H. Etymological and pronouncing dictionary of the English language [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://definitions.dictionary.net/death> (дата обращения: 12.10.2014).
4. Kunin A.V. Bol'shoy anglo-russkii frazeologicheskii slovar' (Large English Russian Phraseological dictionary). Moscow, Russkii Yazyk Publ., 1998. 287 p.
5. Kunin A.V. Kurs phraseologii ovremennoogo angliiskogo yazyka (The course of modern phraseology of the English language). Moscow, Dubna Publ., 1996. 381 p.
6. Maslova V.A. Lingvo kul'turologiya (Linguistic culture). Moscow, Academia Publ., 2004. 208 p.
7. Matveeva A.S. Personification of death in English poetry. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/olitsvetvorenije-smerti-v-angloyazychnoy-poezii> (accessed 12 October 2014).
8. Sirotkina I.V. REpresentatsia frazeosemanticheskogo polya PECHAL' v russkom i angliiskom yazykah: strukturny i semantichesky aspekt (Representation of phrase semantic field SADNESS in the Russian and English languages: structural and semantic aspects): avtoreferat dis...kand. filol. nauk. – Chelyabinsk, 2012. – 25 p.
9. Stepanov U.S. Konstanty: slovar' russkoi kul'tury (Constants: the dictionary of the Russian culture). Moscow, Yazyki Russkoy Kul'tury Publ., 1997. 87 p.
10. Crabb G. Crabb's English Synonyms. Routledge and Kegan Paul, 2011. 714 p.
11. Stormonth James, Phelp P.H. Etymological and pronouncing dictionary of the English language. By Published 1874. Available at: <http://definitions.dictionary.net/death> (accessed: 12.10.2014).

References

1. Babushkin A.P. Tipy contseptov v leksiko-frazeologicheskoi semantike yazyka (The types of concepts in lexical and phraseological semantics of the language). BGU Publ., 1996. 450 p.
2. Vezhbitskaya A. Yazyk. kul'tura. poznanie (Language. Culture. Perception). Moscow, Russkie Slovarei Publ., 1997. 416 p.
3. Gofman O.V. K voprosy o metodike contseptyal'nogo analiza (To the question about the methods of conceptual analysis) // Kartinamira: modeli, metody, contsety. Tomsk, TSU, 2001. pp. 213–217.

Рецензенты:

Глухих Н.В., д.фил.н., профессор кафедры русского языка и МПРЯ, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск;

Василенко А.П., д.фил.н., профессор кафедры французского языка, ФГБОУ ВПО «Брянский государственный педагогический университет им. И.Г. Петровского», г. Брянск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 811.161.1

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП УНИВЕРБАТОВ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Дозорова Д.В.

*ФГБОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет», Москва;
ФГАОУ ВПО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»,
Нижний Новгород, e-mail: dozorowa.dasha@yandex.ru*

В статье рассматривается один из активных процессов современного словопроизводства – суффиксальная универбация как проявление компрессивных тенденций в современном русском языке. Описываются исторические изменения в процессе образования универбатов: начало развития производства дериватов в XIX в., всплеск их продуктивности в начале XX в., вызванный во многом переломными событиями в России, дальнейшее пополнение языка новыми универбами в течение века до настоящего времени. Дается характеристика основных тематических групп (ТГ) универбов, отмечается, какие группы уже описаны в научной литературе и обладают устойчивостью в русском языке. Выделены новые группы (ТГ «Косметические средства», «Компьютер и его комплектующие», «Интернет»), вызванные развитием производства и информационных технологий, отмечено пополнение ряда ранее выделенных групп (например, «Технические устройства», «Спорт, игры»). Показано, что тематические группы не обладают четкими границами: одни и те же по форме универбы, соотносясь с разными словосочетаниями, могут принадлежать разным группам. Делается вывод о влиянии закона экономии и социальных факторов на развитие ТГ универбатов.

Ключевые слова: закон экономии, универбация, социальный фактор, тематическая группа

DYNAMICS OF DEVELOPMENT OF UNIVERBS' THEMATIC GROUPS IN RUSSIAN LANGUAGE

Dozorova D.V.

*Moscow Pedagogical State University, Moscow;
Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhni Novgorod, e-mail: dozorowa.dasha@yandex.ru*

The article deals with one of the active processes of the modern word-formation – suffixal univerbation. The author describes the historical changes in the process of univerbs' derivation, in particular he describes the beginning of the derivatives' production in the XIX century, surge in their efficiency at the beginning of the XX century caused in many respects by critical events in Russia, further replenishment of the language with new univerbs for a century to the present days. The author describes the main thematic groups of univerbs and also notes which groups have been described in the scientific literature and are resistant to the Russian language (for example, «Transport», «Roads», «Provision»). The research allowed to distinguish the new groups («Cosmetics», «Computer and its accessories», «The Internet»), caused by development of production and information technologies, and to note the replenishment of a number of earlier identified groups (for example, «Technical devices», «Sport, games»). The study shows that the thematic groups do not have clear boundaries: the univerbs, same in their form, corresponding to different phrases, can belong to different groups. The author concludes about the influence of economy of speech and social factors on the development of thematic groups of univerbs.

Keywords: economy of speech, univerbation, social factor, thematic group

Одной из актуальных проблем дериватологии современных славянских языков является вопрос об универбации как средстве компрессии неоднословных номинаций. В русском языке на сегодняшний день модели универбации являются высокопродуктивными и пополняют разговорную речь множеством кратких наименований.

По поводу явления универбации в лингвистике существует разброс мнений: от максимально широкого подхода, когда любое производное рассматривается как результат свертывания исходной описательной конструкции [10], до узкого, когда к универбатам относят только производные суффиксальные дериваты, мотивированные атрибутивными словосочетаниями [5 и др.]. В настоящей статье универбация понимается как словообразовательный процесс создания разговорных эквивалентов устойчивых, главным образом

атрибутивных, словосочетаний с помощью суффиксов. Процесс универбации сопровождается компрессией смысла: образованный дериват мотивируется всей исходной конструкцией, тогда как в формальном отношении находит отражение только один (обычно атрибутивный) компонент: *вестибулярка – вестибулярный аппарат, сольник – сольный концерт*.

Образование универбатов – одно из проявлений закона экономии, действие которого оказывает влияние на развитие всей языковой системы. Экономия выражается в создании удобных способов передачи информации, не препятствующих пониманию сообщения. Универбаты как сокращенные единицы, однозначно трактуемые коммуникантами в данной речевой ситуации, несомненно, экономят время и произносительные усилия говорящего.

Универбаты активно продуцируются практически во всех социальных сферах, поэтому тематические группы универбатов богаты и разнообразны. Под тематической группой в данной работе понимается «ряд слов, объединяемых общностью родового значения, т.е. таких предметов, которые обозначают разновидности одного и того же рода предметов» [1, с. 118].

Пополнение тематических групп универбатов происходило вместе с ростом продуктивности этого словообразовательного процесса в русской речи. Спорадически универбаты использовались уже в XIX в., см., например: *Маришка – Мариинский театр, охранка – охранное отделение, Таганка – Таганская тюрьма, ночлежка – ночлежный дом, «тушенка» – тушеное мясо* [8, с. 175; 3, с. 17, 43]. Однако заметным явлением эти дериваты стали только в XX в. в связи с кардинальными социальными изменениями в жизни страны после войн и революций, что вызвало небывалый рост сокращенных номинаций в языке в начале века. Тематические группы универбатов в этот период начинают увеличиваться: это не только оттопонимические дериваты, берущие свое начало еще из до-революционной лексики (*Знаменка, Лубянка, Покровка, Сретенка*), но также названия общественных учреждений, например заводов, учебных заведений, театров, галерей (*Александринка, Третьяковка, Тимирязевка, Петропавловка, Цинделевка*), названия помещений (*дежурка, читалка, одиночка, теплушка, изобразилка*), наименования обществ, организаций (*учредилка, чрезвычайка*), названия печатных изданий и различных документов (*агитка, стенновка, зачетка, передовица, ежедневка*), наименования болезней (*испанка, сыпняк*), транспорта (*броневик, электричка*). Кроме того, в речи активно использовались отдельные универбаты, не относящиеся к какой-то конкретной группе (*открытка, буденовка, дешевка* и т.д.) [4, с. 119–123].

Таким образом, универбаты, как и многочисленные неологизмы этого времени, отразили динамику общественной жизни, развиваясь именно в тех социальных областях, где происходили бурные изменения.

В дальнейшем периоды всплеска производства универбатов наблюдались в исторически значимые эпохи: во время Великой Отечественной войны, когда активизировалось производство разговорных эквивалентов военных терминов (*бронбойка, снайперка, самоходка, дальнбойка, зенитка, иштурмовик*); в послевоенный период, в разговорной речи 60–80-е гг. (*автозаправка, незавершенка, музыкалка, вечёрка* и т.д.);

в 1990-е гг., когда вместе с распадом советского государства исчезли цензурные и многие нормативные ограничения (*мобильник, оборонка, социалка* и т.д.). Пополнение лексикона универбатами происходит и в настоящее время.

В научной литературе уже представлено описание многих тематических групп универбатов в современном русском языке, см., например, [5, 7]. Однако данные описания были основаны либо на материале середины – конца XX в., либо исключительно на материале публицистики. Поступательное расширение областей функционирования универбатов, вызванное социальной динамикой, определяет необходимость продолжения их описания в тематическом аспекте.

Рассмотрим тематические группы (ТГ), функционирующие в современной речи. Языковые данные для выделения ТГ были взяты из текстов СМИ (текстовые фрагменты газет и журналов, интернет-изданий, форумов, речь на телевидении и радио), Национального корпуса русского языка, устной речи, а также словарей современного русского языка.

Ряд тематических групп не представляет собой пласт абсолютно новой лексики и уже был описан, например, в работе Л.И. Осиповой. Она выделила около 20 тематических групп универбатов, включив наряду с нарицательными существительными также и собственные наименования: топонимические объекты, названия газет, различных учреждений. Данные группы в настоящее время продолжают пополняться. Это, например, следующие достаточно устойчивые пласты лексики:

ТГ «Помещение» (*малогабаритка – малогабаритная квартира, вторичка – вторичное жилье, читалка – читальный зал, лекционка – лекционная аудитория, родилка – родильное отделение, малярка – малярный цех*);

ТГ «Общественные заведения и учреждения» (*публичка – публичная библиотека, фундаменталка – фундаментальная библиотека, районка – районная больница, музыкалка – музыкальная школа, началка – начальная школа, художка – художественная школа, воскреска – воскресная школа*);

ТГ «Дороги» (*канатка – канатная дорога, федералка – федеральная трасса, железка – железная дорога, выделенка – выделенная полоса для общественного транспорта*);

ТГ «Транспорт» (*аварийка – аварийная машина, внедорожник – внедорожный автомобиль, переднеприводник – переднеприводный автомобиль, маршрутка – маршрутное такси, спортивка – спортивный автомобиль*);

ТГ «Денежные средства» (*кредитка – кредитная карта, дисконтник – дисконтная карта, наличка – наличные деньги, безнал – безналичный расчет*);

ТГ «Бумажные носители информации» (*военник – военный билет, визитка – визитная карточка, зачетка – зачетная книжка, служебка – служебная записка, методичка – методическое пособие, загранник – заграничный паспорт, техничка – техническая документация*);

ТГ «Пищевые продукты» (*натуралка – натуральные продукты, овсянка – овсяная крупа (каша), сгущенка – сгущенное молоко, молочка – молочная продукция, газировка – газированная вода*);

ТГ «Одежда» (*сменка – сменная обувь, повседневка – повседневная одежда, спецовка – специальная одежда, треники – тренировочные брюки, спортивка – спортивная форма, джинсовка – джинсовая куртка*);

ТГ «Лекарственные средства» (*аскорбинка – аскорбиновая кислота, касторка – касторовое масло, салицилка – салициловая кислота, марганцовка – раствор марганцовокислого калия, зеленка – раствор бриллиантовой зелени*);

ТГ «Болезни» (*атипичка – атипичная пневмония, ветрянка – ветряная оспа, побочка – побочный эффект, крупозка – крупозная пневмония*).

Данные группы содержат в основном бытовую лексику – «бытовизмы» [9, с. 92]. Пополнение этих групп происходит по мере распространения новых явлений в общественной и бытовой сферах. Например, к началу XXI века можно отнести появление таких универбатов, как *электронка, струйник, маршрутка* и др.

Л.И. Осипова приводит достаточно подробную классификацию универбатов, описывая отдельно названия разных типов объектов (театров, больниц, тюрем, кладбищ, заводов, улиц и т.д.). Кроме того, у нее представлена выборка универбов из речи разных социальных групп (студентов, юристов, военных, медиков, спортсменов и др.) [5, с. 57–114]. В диссертации Т.Ю. Редькиной классификация менее дробная. Она включает в себя две большие группы: универбаты с предметной и событийной семантикой. Они в свою очередь далее делятся на более мелкие. Тематические группы в целом резко не отличаются от выделенных Л.И. Осиповой: это названия различных орудий, помещений, учреждений, дорог, продуктов питания, веществ, транспорта, одежды и т.п. Кроме того, у нее представлены имена лиц (*внештатник, серийник, важняк*) [7, с. 93–96]. Таким образом, исследования современных словообразовательных про-

цессов показывают, что универбаты стабильно пополняют преимущественно одни и те же ячейки лексики, отражающие наиболее важные для человека сферы жизнедеятельности.

Среди бытовой лексики можно выделить еще несколько групп, недостаточно отраженных в научной литературе. Это, например, пополняемая в настоящее время **ТГ «Косметические средства»** (*гигиеничка – гигиеническая помада, парфюмка – парфюмерная вода, тональник (тонак, тоналка) – тональный крем, минералка – минеральная косметика, декоративка – декоративная косметика*), например: «...в косметичке ношу обычно тушь, подводку, ... маленькую пилочку и отливант **парфюмки**» [<http://makeup-review.com.ua/threads/522-что-у-vas-v-kosmetichke/page2>]; «**Тональники** признанных фирм не только не закупоривают поры, но и защищают кожу от вредного воздействия окружающей среды» [http://www.liveinternet.ru/users/seraya_koshka/post222537816/].

Кроме того, это продуктивная группа **«Спорт, игры»** (*смешанка – смешанная эстафета, произволка – произвольная программа, индивидуалка – индивидуальные гонки, разделка – индивидуальная гонка с отдельным стартом, настолка – настольная игра*). Ее пополнение осуществляется как через профессиональную речь спортсменов, так и через устную речь дикторов и комментаторов спортивных репортажей. Подобные единицы употребляются и в публицистических текстах: «*Антон Воробьев – восьмой на чемпионате мира по веложоссе в «разделке»*; *британец Уиггинс – чемпион мира... В индивидуальной гонке с отдельным стартом на 47,1 км среди мужчин победил британец Брэдли Уиггинс*» [<http://www.allsportinfo.ru/index.php?id=86522>].

Развитие науки, промышленности, информационных технологий, появление новых способов производства вызывает к жизни соответствующую лексику. Одной из крупных тематических групп универбатов, выделяемых в настоящее время, можно назвать **ТГ «Технические устройства»**. Эта группа выделялась и ранее, но ее пополнение происходит непрерывно: *стиралка – стиральная машина, холодильник – холодильная камера, духовка – духовой шкаф, микроволновка – микроволновая печь, циркулярка – циркулярная пила, кассетник – кассетный кондиционер, мобильник – мобильный телефон, цифровик – цифровой фотоаппарат, зеркалка – зеркальный фотоаппарат*.

Если еще в конце XX в. в России компьютер с выходом в Интернет был доволь-

но редким явлением в повседневной жизни человека, то сейчас это незаменимое устройство, которое есть не только в каждом офисе, но и практически в каждой семье. Влияние этого социального фактора обусловило соответственно развитие новых тематических групп: ТГ «Компьютер и его комплектующие» (*настольник – настольный компьютер, системник – системный блок, материнка – материнская плата, оперативка – оперативная память, звуковуха – звуковая карта, учетка – учетная запись, прикладушка – прикладная программа, антивирусник – антивирусная программа*) и ТГ «Интернет» (*поисковик – поисковая система, электронка – электронная почта, личка – личные сообщения, глобалка – глобальная сеть, социалка – социальная сеть, внешка – внешняя ссылка, безлимитка – безлимитный Интернет*).

Часть этих универбатов, вероятно, возникла как жаргонизмы в профессиональной сфере IT-специалистов, системных администраторов и т.п. (*звуковуха, материнка, учетка*) [2, с. 57–58], другие пришли из лексикона постоянных пользователей, особенно это касается сферы Интернет-коммуникации (*личка, электронка*). В целом провести четкую границу между областями возникновения этих дериватов представляется затруднительным, поскольку постоянные пользователи Интернета употребляют лексемы компьютерного сленга практически наравне со специалистами.

Динамика социокультурной жизни вызывает появление соответствующих дериватов, например пополняются номинации юридических, политических и экономических явлений (*ювеналка – ювенальная юстиция, оффшорка – оффшорная зона, шенгенка – шенгенская виза*), общественных мероприятий (*корпоративка – корпоративная вечеринка*), учебных заведений и форм обучения (*воскреска – воскресная школа, коррекционка – коррекционная педагогика, внебюджетка – внебюджетное обучение*), книжной, компьютерной или видеопродукции (*лицензионка – лицензионная версия, демка – демонстрационная версия, пиратка – пиратский контент*). Т.Б. Радбиль трактует подобные случаи как «инновационные тенденции в русском языке, которые соответствуют определенным способам языковой концептуализации мира, характерным именно для русского языкового менталитета» [6, с. 246], а именно – широкое использование моделей специфически русского экспрессивного словообразования, включающих момент субъективной эмоциональной или нравственной оценочности в обозначении вещей и событий.

Тематические группы универбатов не обладают замкнутостью и четкими границами. Например, омонимичные дериваты, соотносящиеся с разными объектами действительности, попадают соответственно, в разные ТГ, ср.: *гарантийка – гарантийный отдел/мастерская* (ТГ «Общественные заведения, учреждения») и *гарантийный чек* (ТГ «Бумажные носители информации»), *спортивка – спортивная форма* (ТГ «Одежда») и *спортивка – спортивный автомобиль* (ТГ «Транспорт»). Некоторые универбаты сложно включить в конкретную группу, другие могут входить одновременно в несколько групп.

Примечательно, что тематические группы универбатов практически не устаревают. Например, ТГ «Помещение», «Транспорт», «Дороги», «Пищевые продукты» отмечаются как на языковом материале 60–80 гг. [5], так и в современной речи. Напротив, группы продолжают пополняться, возникают новые тематические сферы, а ряд универбатов все менее соотносится с исходными словосочетаниями, приобретая способность употребляться вне контекста как однозначные или, по крайней мере, легко идентифицируемые единицы (*манка, газировка, цитовидка*).

Таким образом, к наиболее важным факторам, влияющим на производство универбатов и развитие их тематических групп, относятся, с одной стороны, факторы внутриязыковые, в частности закон экономики языковых средств, с другой, экстралингвистические – динамика общественной жизни, социальные, культурные, экономические изменения. В конце XX – начале XXI вв. появляются такие тематические группы, как «Компьютер и его комплектующие», «Интернет», активно развиваются ТГ «Технические устройства», «Косметические средства» и т.д. Группы пополняются за счет разговорных номинаций, а также во многом благодаря жаргонным и сленговым единицам.

Автор выражает благодарность Фонду конкурсной поддержки студентов, аспирантов и молодых научно-педагогических работников ННГУ за содействие в подготовке публикации.

Список литературы

1. Ахманова О.С. Словарь лингвистических терминов. – 2-е, изд. стереотип. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 576 с.
2. Барт М.В. Компрессивное словообразование в современном русском компьютерном жаргоне // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2009. – № 2 (4). – С. 55–60.
3. Гиляровский В. Сочинения в четырех томах. – М.: Правда, 1989. – Т.4. – 448 с.

4. Зеленин А.В. Компрессивное словообразование в эмигрантской прессе (1919–1939 гг.) // Вопросы языкознания. – 2007. – № 4. – С. 98–128.

5. Осипова Л.И. Активные процессы в современном русском словообразовании (суффиксальная универбация, усечение): дис. ... д-ра филол. наук. – М., 1999. – 506 с.

6. Радбиль Т.Б. Основы изучения языкового менталитета: учеб. пособие. – М.: Флинта: Наука, 2012. – 328 с.

7. Редькина Т.Ю. Особенности номинации в публицистическом тексте (на материале универбов-неологизмов): дис. ... канд. филол. наук. – СПб., 2004. – 204 с.

8. Селищев А.М. Язык революционной эпохи: Из наблюдений над русским языком (1917 – 1926). – 2-е изд., стереотип. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 248 с.

9. Соколовская Т.Д. Категория нормативности во вторичных наименованиях сокращенного типа: дис. ... д-ра филол. наук. – М., 2000. – 312 с.

10. Шахнарвич А.М. Проблемы формирования языковой способности // Человеческий фактор в языке: Язык и порождение речи. – М.: Наука, 1991. – 240 с.

References

1. Akhmanova O.S. Slovar` lingvisticheskikh terminov. M., Editorial URSS, 2004. 576 p.

2. Bart M.V. Kompessivnoe slovoobrazovanie v sovremennom russkom komp`yuternom zhargone // Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki, 2009, no. 2 (4), pp. 55–60.

3. Gilyarovskiy V. Sochineniya v chetyrekh tomakh. M., Pravda. 1989. T. 4. 448 p.

4. Zelenin A.V. Kompessivnoe slovoobrazovanie v emigrantskoy presse (1919 – 1939 gg.) // Voprosy yazykoznanija, 2007, no. 4, pp. 98–128.

5. Osipova L.I. Aktivnye protsessy v sovremennom russkom slovoobrazovanii (suffiksalyaya univerbatsiya, usechenie): dis....doktora filol.nauk. M., 1999. 506 p.

6. Radbil` T.B. Osnovy izucheniya yazykovogo mentaliteta: ucheb. posobie. M., Flinta, Nauka, 2012. 328 p.

7. Red`kina T.Y. Osobennosti nominatsii v publitsisticheskom tekste (na materiale univerbov-neologizmov): dis. ...kand. filol. nauk. SPb, 2004. 204 p.

8. Selischev A.M. Yazyk revolyutsionnoy epokhi: Iz nablyudeny nad russkim yazykom (1917 – 1926). M., Editorial URSS, 2003. 248 p.

9. Sokolovskaya T.D. Kategoriya normativnosti vo vtorichnykh naimenovaniyakh sokraschennogo tipa: dis. ...doktora filol.nauk. M., 2000. 312 p.

10. Shakhnarovich A.M. Problemy formirovaniya yazykovoy sposobnosti. Chelovecheskiy factor v yazyke: Yazyk i porozhdenie rechi. M., Nauka. 1991. 240 p.

Рецензенты:

Огольцева Е.В., д.фил.н., доцент, профессор кафедры русского языка Института филологии и иностранных языков, ФГБОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва;

Рацибурская Л.В., д.фил.н., профессор, заведующая кафедрой современного русского языка и общего языкознания филологического факультета, ФГАОУ ВПО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

УДК 821.161.1

ТОРЖЕСТВО ДУХА И СМИРЕНИЕ ПЛОТИ В ЦИКЛЕ МАРИНЫ ЦВЕТАЕВОЙ «ЖИЗНИ»

Мокшина С.Р.

*ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»
(Стерлитамакский филиал), Стерлитамак, e-mail: strbsu@mail.ru*

В статье представлен анализ цикла Марины Цветаевой «Жизни» как попытка поэтически осмыслить вечные философские вопросы о соотношении тела и души, жизни и смерти, быта и бытия, времени и вечности. Автор акцентирует внимание на внутреннем конфликте в сознании лирической героини: стремление жить по законам духовной и творческой жизни, принадлежать лишь Вечности, а не времени, бросить вызов судьбе сталкивается с суровой и неумолимой реальностью, выталкивающей из себя неструктурную личность. Новизна данного исследования заключается в том, что цикл «Жизни» рассматривается и анализируется не только как своеобразное посвящение, но и как внешне невозможный, но внутренне осуществленный диалог с Жизнью, как с равным поэту собеседником и адресатом.

Ключевые слова: поэтический цикл, тело, душа, диалог, стихия

TRIUMPH OF SPIRIT AND SUBDUING OF FLESH IN A SERIES OF MARINA TSVETAEVA «FOR LIFE»

Mokshina S.R.

Federal state budget financed educational institution of high professional education «Bashkir State University» (Branch), Sterlitamak, e-mail: strbsu@mail.ru

The article presents the analysis of a series of Marina Tsvetaeva «For Live» as an attempt to understand eternal philosophical questions about relation between body and soul, life and death, life and being, time and eternity. The author focuses on the inner conflict in the consciousness of the lyrical heroine: striving for living according to the laws of spiritual and creative life, belonging to the Eternity, but not the time, challenging the fate face with severe and changeless reality, which ejects from itself an unstructured personality. Novelty of this research is in that a series «For Live» is considered as not only a singular devotion, but also as externally impossible, but internally implemented dialogue with Life as equal interlocutor and addressee to the poet.

Keywords: poetic cycle, the body, the soul, the dialogue, element

Декабрь 1923 года стал знаковым для Марины Цветаевой: в это время произошел мучительный разрыв с Константином Родзевичем, о котором она вспоминала до последних дней. 12 декабря в ее тетради появилась запись: «Конец моей жизни» [4]. Любовные переживания Цветаевой кристаллизовались в такие поэтические шедевры, как «Поэма Горы» [5, с. 476–478] и «Поэма Конца» [5, с. 478–486], «Попытка ревности» [4, с. 512], «Вьюга наметает в полы...» [5, с. 512], «Приметы» [5, с. 513], а убеждения Цветаевой о несправедливости жизни, о враждебности мира человеку, о противостоянии поэта судьбе в очередной раз отразились в стихотворениях «Полотерская» [5, с. 513], «Живу – не трогаю...» [5, с. 513], циклах «Сон» [5, с. 512–513] и «Жизни» [5, с. 515]. Все названные произведения были написаны Цветаевой в 1924 году.

Лирика Марины Цветаевой всегда подчеркнута адресована, обращена к собеседнику, выстраивается как диалог: с собой, с читателем, конкретным адресатом. Цикл «Жизни» – своеобразное послание, обращенное к адресату, с которым невозможно, но необходимо вступить в диалог. Внешне

невозможный разговор с Жизнью осуществляется как глубоко внутренний, как сущностный, бытийный. Цветаева писала: «Не для миллионов, не для единственного, не для себя. Я пишу для самой вещи. Вещь, путем меня, сама себя пишет. До других ли и до себя ли?» [6, с. 42].

Цикл «Жизни» – поэтическое осмысление Цветаевой вечных философских вопросов о соотношении быта и бытия, жизни и смерти, тела и души. Само название цикла есть посвящение, смысл которого амбивалентен. С одной стороны, это посвящение жизни в значении «судьба, рок, быт». Цикл воспринимается читателем как явный вызов своему времени, окружению, т.е. суетному, всему, что не принадлежит вечности. С другой стороны, каждое из стихотворений – своеобразная клятва верности истинной Жизни: эмоциональной, духовной, душевной, творческой. Именно она дарует человеку связь с вечным и нетленным. В этом случае цикл «Жизни» есть посвящение истинной Жизни, бытию.

«Жизни» состоит из двух стихотворений: «Не возьмешь моего румянца...» (25 декабря 1924 г.) и «Не возьмешь мою

душу живу...», написанного на три дня позже. Обе части цикла связаны не только по смыслу и тематике, но и схожи по своему построению: тексты условно делятся на два резко оппозиционных семантических

поля, одно из которых «Я», а второе – «Ты», причем под «Ты» подразумеваются личная судьба поэта, рок как негативные проявления жизни (см. таблицу «Смысловые полюсы цикла “Жизни”»).

Смысловые полюсы цикла «Жизни»

Я	Ты (жизнь)
(не жертва)	охотник
бег	погоня
конь Аравийский	–
пух (неуловимость, невесомость, легкость)	«держи его», нажим
безошибочный певчий слух	лживо
не старожил (вечная молодость)	(время)
–	жир
ножные костяшки (признак тела)	ржа
любящая, пляшущая на ножах (любовь, жизнь, риск)	ножи (смерть) – то, что предъявляет жизнь

Не названные автором прямо, скрытые, имплицитные значения в таблице даны в скобках.

В первом стихотворении цикла «Не возьмешь моего румянца...» лирическая героиня отстаивает в борьбе с жизнью себя, свою молодость: ее румянец «сильный, как разливы рек». В одной этой фразе поэт соединяет две свои любимые стихии: огонь и воду. Румянец – это жар, страсть, здоровье, неутолимое желание жить. В «Жизни» не наблюдается острой неприязни автора к телесному, плотскому, как в написанном годом ранее стихотворении «Поезд жизни» [5, с. 473–474] или в «Попытке ревности» (1924) [5, с. 512], а также в произведениях, принадлежащих более позднему этапу творчества: например, в поэме «Автобус» [5, с. 1032–1035].

Используя сравнение румянца с рекой, автор переносит акцент с проявления телесного начала в смысловом поле «Я» на более высокие и абстрактные категории: по мысли Н. Чиркова, река, «всегда движущаяся, всегда меняющаяся, но в то же время всегда одна и та же, неизменяемая, есть наиболее адекватный образ для основного постижения жизни» [8; 352].

Лирическая героиня смело противопоставит всем жизненным перипетиям и уверена в своей победе, хотя и осознает всю мощь «противника»:

Ты охотник, но я не дамся,
Ты погоня, но я емь бег. [5, с. 515]

Образы бега и погони рождают ассоциации с античными мифами о богине охоты Артемиде. Во-первых, греки верили, что она приносит женщинам смерть. Возмож-

но, что именно с неизбежной конечностью бытия не соглашается храбрая лирическая героиня. Во-вторых, Артемида преследовала и наказывала принадлежащих ей нимф – женщин, посмеявших полюбить и нарушить обет безбрачия, либо осмелившихся проявить неуважение к богине. Например, Гиппа была обращена в кобылицу. И неслучайно во второй строфе появляется непокорный конь. С помощью холостого стиха выделяется эпитет «аравийский», который рождает ассоциации со стихотворением Лермонтова «Три пальмы» [3, с. 85–87], образу придает библейская окраска, что значительно расширяет границы времени и пространства в тексте и подчеркивает, что поэзия – это высшее проявление человеческого гения, так же, как аравийский скакун – это одна из ценных лошадиных пород. По арабским поверьям, аравийский конь создан из жаркого южного ветра и песка, а у многих народов конь символизирует интеллект, чистоту, благородство, является неким посредником, медиумом между миром людей и миром богов. Сравнивая себя с ним, поэт не только учитывает мифологическую составляющую, но имеет в виду и особенности своего характера: строптивый нрав, терпеливость, выносливость и в то же время непреклонность и непокорность:

Так, на полном скаку погонь –
Пригибающийся, – и жилу
Перекусывающий конь. [5, с. 515]

Мотив перекусывания жил перекликается со строчками стихотворения «Вскрыла жилы: неостановимо...» (1934) [5, с. 944]. Но если в стихотворении 1934 года фраза «вскрыла жилы» означает «сняла покровы

с чего-то, в чем заключена самая суть жизни» и является жизнеутверждающей, т.к. «к жизни и крови приравняется стих» [1; 29], то в стихотворении «Не возьмешь моего румянца...» героиня предпочитает навсегда отказаться от движения, совершить «действие, ведущее к смерти» [1; 29], чем быть «обузданной» кем-либо. Самоубийство есть самый настоящий вызов жизни, «рифмующей» с ложью и жиром. Образ жира имеет ярко выраженную негативную окраску: во-первых, жир образуется при отсутствии движения, а, по Цветаевой, истинная жизнь наполнена действием; во-вторых, широко известно фразеологическое выражение «с жиру бесится», подразумевающее сытую, обеспеченную жизнь (в стихотворении Цветаевой 1918 года «Если душа родилась крылатой...» находим строчки «Два на миру у меня врага, / Два близнеца, неразрывно-слитых: / Голод голодных – и сытость сытых!» [5, с. 139]).

Вторая часть цикла «Не возьмешь мою душу живу...» в определенном смысле противопоставлена первой («Не возьмешь моего румянца...»), в которой главными оказываются «телесные» образы: румянец, сила, бег, конь.

Для Цветаевой гораздо важнее в борьбе с роком сохранить в себе душу – проявление истинной жизни. Именно поэтому парадоксальная (ведь поэт обращается к жизни) строчка «Не возьмешь мою душу живу!..» является ключевой не только для этого цикла, но и для всего творчества Марины Цветаевой.

По Цветаевой, реальность сурова и немоллима («Жизнь: держи его! жизнь: нажим»), а плоть не в силах сопротивляться времени:

Жестоки у ножных костяшек
Кольца, в кость проникает ржа! [5, с. 515]

Образ металлических колец у ножных костяшек ассоциируется с рабскими кандалами и перекликается с образами телатюрьмы и железной маски в стихотворении 1925 года «Жив, а не умер...»:

В теле – как в трюме,
В себе – как в тюрьме.
.....
В теле – как в крайней
Ссылке. – Зачах!
В теле – как в тайне,
В висках – как в тисках
Маски железной. [5, с. 516]

Единственная возможность снять с себя железную маску и покинуть тело-тюрьму – отпустить душу на волю. Во всем стихотворении превалирует звук [ж] – пугающий и грозный звук режущего металла. Прось-

ба отпустить к чужим берегам есть ни что иное, как мольба о скорейшей смерти, а строчка «Не задумана старожилом!» – осмысление и принятие довлеющего рока. Эти мысли о судьбе поэта находим и в Цветаевской прозе о Пушкине: «Какой поэт из бывших и сущих не негр, и какого поэта — не убили?» («Мой Пушкин») [5, с. 1126].

Жизнь для Цветаевой всегда бесценна и гармонична, а социальная действительность, реальность дисгармонична, противоречит высшим законам бытия. Героиня стремится построить свою судьбу по законам Жизни, непонятым окружающим, и потому она выламывается из системы своей неструктурностью. «Преклоняясь перед Жизнью и не вписываясь в действительность, Цветаева чаще обращается к Вечности, чем к «сегодня», больше к общечеловеческому» [7, с. 147].

Цикл овеян суицидальным настроением, но все же в нем звучат жизнеутверждающие, жизнестроительные ноты:

1. Безошибочный «певчий слух»: плоть тленна, но вечна душа, подобная пуху, символизирующему неуловимость, невосомость, легкость бытия и полет. А творчество есть путь поэта-певца в Бессмертие.

2. «Любящая», пляшущая на ножах: Танец есть акт творчества, это «такой же священный экстаз тела, как молитва – экстаз души», в нем тело становится «зеркалом духа» [2; 397]. Лирическая героиня пренебрегает смертельной опасностью и даже попирает ее, бросает ей вызов, и зная, и ожидая неминуемой расплаты: «Заждалась ножа!». Любовь наделена мощной очищающей силой, дарующей прощение Небес: например, в «Даме с камелиями» (1910) [5, с. 26] прощение даруется Маргарите, которая грешила телом, но не душой:

В чем вина твоя? Грешило тело!
Душу ты — невинной сберегла.

.....
Всё в любви... Любила – спасена! [5, с. 26]

Примечательно, что ни в одном из двух стихотворений не употреблено само слово «жизнь».

В цикле «Жизни» явлен не столько внешний, сколько внутренний конфликт в сознании лирической героини: желание жить истинной, духовной и душевной жизнью (творить, рисковать, любить), принадлежать лишь вечности, бытию, вступает в противоречие с пониманием неизбежности столкновения с неотъемлемой частью судьбы любого человека: бытовыми проблемами, ложью, старением, смертью.

Работа выполнена при поддержке гранта СФ БашГУ № В14-38.

Список литературы

1. Акбашева А.С., Ситдикова Г.Ф., Латыпова И.Ю., Осипова О.В. «Есть такие голоса...»: Диалоги Марины Цветаевой: монография. – Стерлитамак: Стерлитамак. гос. пед. академия, 2007. – 249 с.
2. Волошин М. Лики творчества. – Л.: Наука, 1988. – 848 с.
3. Лермонтов М.Ю. Стихотворения и проза / сост., предисл., коммент. В.И. Коровина. – М.: Просвещение, 1987. – 175 с.
4. Марина Цветаева. Сводные тетради. Тетрадь вторая [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://modernlib.ru/books/cvetaeva_marina/tetrad_vtoraya/read_2/ (дата обращения: 21.10.2014).
5. Цветаева М.И. Полное собрание поэзии, прозы, драматургии в одном томе. – М.: «Издательство АЛЬФА-КНИГА», 2010. – 1214 с.: ил.
6. Цветаева М.И. Поэт о критике // Цветаева об искусстве. – М.: Искусство, 1991. – 479 с.: ил.
7. Черниенко Л.В. «Благоговение перед жизнью» как основа трагического мироощущения Марины Цветаевой // Добро и зло в мире Марины Цветаевой: XIV Международная научно-тематическая конференция (Москва, 9–12 октября 2006 г.): Сборник докладов. – М.: Дом-музей Марины Цветаевой, 2007. – С. 145–152.
8. Чирков Н. «Война и мир» Л.Н. Толстого как художественное целое // Русская классическая литература: Анализ и разборы / под ред. Д.Устюжанина. – М.: Просвещение, 1969. – С. 332–357.

References

1. Akbasheva A.S., Sitdikova G.F., Latypova I.Ju., Osipova O.V. «EST» TAKIE GOLOSA...»: Dialogi Mariny Cvetaevoy: Monografija. Sterlitamak: Sterlitamak. gos. ped. akademija, 2007. p. 249.

2. Voloshin M. Liki tvorchestva. Leningrad: Nauka, 1988. pp. 848.
3. Lermontov M.Ju. Stihotvorenija i proza. Sost., predisl., komment. V.I. Korovina. Moscow. Prosveshhenie, 1987. pp. 175.
4. Marina Cvetaeva. Svodnye tetradi. Tetrad' vtoraja. Available at: http://modernlib.ru/books/cvetaeva_marina/tetrad_vtoraya/read_2/ (accessed 21 October 2014).
5. Cvetaeva M.I. Polnoe sobranie poezii, prozy, dramaturgii v odnom tome. Moscow. «Izdatel'stvo ALFA-KNIGA», 2010. pp. 1214.
6. Cvetaeva M.I. Pojet o kritike. Cvetaeva ob iskusstve. Moscow. Iskusstvo, 1991. pp. 479.
7. Chernienko L.V. «Blagogovenie pered zhizn'ju» kak osnova tragicheskogo mirooshhushhenija Mariny Cvetaevoy. Dobro i zlo v mire Mariny Cvetaevoy: XIV Mezhdunarodnaja nauchno-tematicheskaja konferencija: Sbornik dokladov. (Good and evil in the world of Marina Tsvetaeva. XIV International Scientific Conference Theme) (Moscow, 9–12th of October 2006). Moscow. Dom-muzej Mariny Cvetaevoy, 2007. pp. 145–152.
8. Chirkov N. «Vojna i mir» L.N. Tolstogo kak hudozhestvennoe celoe. Russkaja klassicheskaja literatura: Analizy i razbory. Moscow. Prosveshhenie, 1969. pp. 332–357.

Рецензенты:

Сыров И.А., д.фил.н., профессор, зам. директора по учебной работе, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет» (Стерлитамакский филиал), г. Стерлитамак;
 Карпухин И.Е., д.фил.н., профессор кафедры русской и зарубежной литературы, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет» (Стерлитамакский филиал), г. Стерлитамак.
 Работа поступила в редакцию 06.11.2014.

(<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 | 12. Психологические науки |
| 2. Биологические науки | 13. Сельскохозяйственные науки |
| 3. Ветеринарные науки | 14. Социологические науки |
| 4. Географические науки | 15. Технические науки |
| 5. Геолого-минералогические науки | 16. Фармацевтические науки |
| 6. Искусствоведение | 17. Физико-математические науки |
| 7. Исторические науки | 18. Филологические науки |
| 8. Культурология | 19. Философские науки |
| 9. Медицинские науки | 20. Химические науки |
| 10. Педагогические науки | 21. Экономические науки |
| 11. Политические науки | 22. Юридические науки |

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

- 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 непереводаемых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не используется непереводаемый сленг, известный только русскоговорящим специалистам.

Это также касается авторских резюме (аннотаций) и ключевых слов.

- 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, Ъ	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.

- 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 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 одновременно 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 нигде 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.

19. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного 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 мысли 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

¹Шварц Ю.Г., ¹Артанова Е.Л., ¹Салеева Е.В., ¹Соколов И.М.

¹ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Минздрава 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 – инсульта 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

¹Shvarts Y.G., ¹Artanova E.L., ¹Saleeva E.V., ¹Sokolov I.M.

¹Saratov 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 приставных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»
(Примеры оформления ссылок и приставных 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. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. – Саратов : Изд-во Саратов. 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.У. 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.asp?nomers=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'vo 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 vozrozhdeniyu: prichiny i posledstviya razrusheniya 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: Friksionnye 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. Исключения составляют не переводимые на английский язык наименования 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:

Taganrogskiĭ 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 ВИНТИ 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 ВИНТИ.

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.

Примеры, 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&PHPSESID=hdac5r7kb73ae013ofk4g8nrv1>.

(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 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. *Neftnoe 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 uchennykh, 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 vrozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya 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: Friksionnye 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 приставной 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 ВИНТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

Оплата издательских расходов составляет:

4700 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через **сервис Личный портфель**;

5700 руб. – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте **без использования сервиса Личного портфеля**;

6700 руб. – для оплаты издательских расходов организациями при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию.

Для оформления финансовых документов на юридические лица просим предоставлять ФИО директора или иного лица, уполномоченного подписывать договор, телефон (обязательно), реквизиты организации.

Для членов Российской Академии Естествознания (РАЕ) издательские услуги составляют 3500 рублей (при оплате лично авторами при этом стоимость не зависит от числа соавторов в статье) – при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис Личный портфель.

Просим при заполнении личных данных в Личном портфеле членов РАЕ указывать номер диплома РАЕ.

Оплата от организаций для членов РАЕ и их соавторов – **6700 руб.** при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию.

БАНКОВСКИЕ РЕКВИЗИТЫ:

Получатель: ООО «Организационно-методический отдел Академии Естествознания» или ООО «Оргметодотдел АЕ»*

*** 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 40702810956000004029

Банк получателя: Отделение № 8622 Сбербанк России, г. Саратов

к/с 30101810500000000649

БИК 046311649

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. Николаямская, 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. №	40702810956000004029
Банк получателя Отделение № 8622 Сбербанка России, г. Саратов	БИК	046311649
	к/с	30101810500000000649

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.