ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 12 2011
Часть 1
Научный журнал

Электронная версия
www.fr.rae.ru
12 выпусков в год
Импакт фактор
РИНЦ (2008) – 0,152

Журнал включен в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812-7339

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
д.м.н., профессор Ледванов М.Ю.

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
д.м.н., профессор Курзанов А.Н.
д.м.н., профессор Максимов В.Ю.
к.м.н. Стукова Н.Ю.

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

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ
440026, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3
Тел/Факс редакции 8 (8412)-56-17-69
e-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать 26.09.2011

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

Технический редактор
Кулакова Г.А.
Корректор
Сватковская С.В.

Усл. печ. л. 32,25.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2011/12
Подписной индекс
33297

ИД «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» 2011

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 Ефремов А.В. (Новосибирск)
д.м.н., профессор Каде А.Х. (Краснодар)
д.м.н., профессор Казимирова Н.Е. (Саратов)
д.м.н., профессор Ломов Ю.М. (Ростов-на-Дону)
д.м.н., профессор Молдавская А.А. (Астрахань)
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.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. Ярославцев А.С. (Астрахань)

Технические науки

д.т.н., профессор Антонов А.В. (Обнинск)
д.т.н., профессор Арютов Б.А. (Нижний Новгород)
д.т.н., профессор Беляев В.Л. (Санкт-Петербург)
д.т.н., профессор Бичурин М.И. (Великий Новгород)
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 Корячкина С.Я. (Орел)
д.т.н., профессор Крупенин В.Л. (Москва)
д.т.н., профессор Литвинова Е.В. (Орел)
д.т.н., профессор Нестеров В.Л. (Екатеринбург)
д.т.н., профессор Пен Р.З. (Красноярск)
д.т.н., профессор Петров М.Н. (Красноярск)
д.т.н., профессор Попов Ф.А. (Бийск)
д.т.н., профессор Пындак В.И. (Волгоград)
д.т.н., профессор Салихов М.Г. (Йошкар-Ола)

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.п.н., профессор Ильмушкин Г.М. (Димитровград)
д.п.н., профессор Литвинова Т.Н. (Краснодар)
д.п.н., доцент Лукьянова М. И. (Ульяновск)
д.п.н., профессор Стефановская Т.А. (Иркутск)
д.п.н., профессор Тутолмин А.В. (Глазов)

Экономические науки

д.э.н., профессор Калюжнова Н.Я. (Иркутск)
д.э.н., профессор Князева Е.Г. (Екатеринбург)
д.э.н., профессор Куликов Н.И. (Тамбов)
д.э.н., профессор Савин К.Н. (Тамбов)

Химические науки

д.х.н., профессор Полещук О.Х. (Томск)

ИД «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» 2011

THE PUBLISHING HOUSE «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

THE FUNDAMENTAL RESEARCHES

№ 12 2011
Part 1
Scientific journal

The journal is based in 2003

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

EDITOR
Ledvanov Mikhail

Senior Director and Publisher
Bizenkova Maria

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)
Gor'kova A.V. (Saratov)
Efremof A.V. (Novorossiysk)
Cade A.H. (Krasnodar)
Kazimirova N.E. (Saratov)
Lomov Y.M. (Rostov-na-Donu)
Moldavskaia A.A. (Astrakhan)
Redko A.N. (Krasnodar)
Romantsov M.G. (St. Petersburg)
Rumsh L.D. (Moscow)
Stepanova E.F. (Pyatigorsk)
Terent'ev A.A. (Moscow)
Khadartsev A.A. (Tula)
Yaroslavtsev A.S. (Astrakhan)

Technical sciences

Antonov A.V. (Obninsk)
Aryutov B.A. (Lower Novrogod)
Beliaev V.L. (St. Petersburg)
Bichurin M.I. (Veliky Novgorod)
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)
Koryachkina S.J. (Orel)
Krupenin V.L. (Moscow)
Litvinova E.V. (Orel)
Nesterov V.L. (Ekaterinburg)
Pen R.Z. (Krasnoyarsk)
Petrov M.N. (Krasnoyarsk)
Popov F.A. (Biysk)
Pyndak V.I. (Volgograd)
Salikhov M.G. (Yoshkar-Ola)

Pedagogical sciences

Arutyunyan T.G. (Krasnoyarsk)
Golubev G.N. (Naberezhnye Chelny)
Zavialov A.I. (Krasnoyarsk)
Il'mushkin G.M. (Dimitrovgrad)
Litvinova T.N. (Krasnodar)
Lukyanov M.I. (Ulyanovsk)
Stefanovskaya T.A. (Irkutsk)
Tutolmin A.V. (Glazov)

Economic sciences

Kalyuzhnova N.Y. (Irkutsk)
Knyazeva E.G. (Ekaterinburg)
Kulikov N.I. (Tambov)
Savin K.N. (Tambov)

Chemical sciences

Poleschuk O.H. (Tomsk)

THE PUBLISHING HOUSE
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

СОДЕРЖАНИЕ

Педагогические науки

ДИДАКТИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН КАК МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ СОЦИАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВИЗМА В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ
Вахтина Е.А. 13

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ (НА МАТЕРИАЛАХ СКФО)
Гурфова Р.В., Аликаева М.В., Налчаджи Т.А., Гедгафова И.Ю., Казиева Б.В. 20

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА К РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН В ШКОЛЕ
Елагина В.С., Похлебаев С.М. 25

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТА К СОТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА – РЕАЛЬНОСТЬ СТАНДАРТОВ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ
Игнатова В.В., Кичигина А.В. 31

ПРИВЛЕЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА К РЕШЕНИЮ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ MATHEMATICA
Ихсанова Ф.А. 36

ПРИНЦИПЫ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАТИВНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ ОБУЧАЮЩИХСЯ
Никитина Е.Ю., Мишанова О.Г. 41

О ГОТОВНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА К ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ
Орешкова С.П., Ерцкина Е.Б. 46

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ РАБОТЫ ДИССИПАТИВНЫХ СИЛ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ СИЛЫ ТРЕНИЯ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ НА КОМПЬЮТЕРЕ
Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. 52

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Соколова Н.А. 58

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОБУЧЕНИЯ МАГИСТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ
Тюрина С.Ю. 63

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
Федотова Н.В. 68

Технические науки

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ УНИКАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
Антонов А.В., Маловик К.Н., Чумаков И.А. 71

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
Астахова И.Ф., Пшеничных А.А. 77

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ
Бибик В.Л. 81

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ В РАМКАХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВУЗОВ
Бубарева О.А., Попов Ф.А., Ануфриева Н.Ю. 85

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИОННЫХ УРАВНЕНИЙ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДОДЕПОНИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕСОВ ПРИ ОБНОВЛЕНИИ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ
Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. 89

ПРОИЗВОДСТВО БАНДАЖНЫХ КОЛЕЦ МОЩНЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ: ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
Готлиб Б.М., Вакалюк А.А. 96

МЕРА ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
Дулесов А.С., Агеева П.А. 102

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ РЕЗИНОВОГО СЛОЯ ДЕМПФЕРА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ
Егоров А.В. 108

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ
Ильина Л.В. 112

ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ
Качановский Ю.П., Коротков Е.А. 117

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ
Колесников В.А., Байсагов Я.Ж., Юров В.М. 121

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АККУМУЛЯЦИИ И ТРАНСФОРМАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВОГРУНТЕ ПРИДОРОЖНЫХ ЗОН
Коровина Е.В., Иванова Л.А., Лебедева Ю.А., Фролова О.В. 124

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА МАГНИТОПРОВОДА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА С ГАЗОМАГНИТНОЙ ОПОРОЙ
Космынин А.В., Щетинин В.С., Хвостиков А.С., Смирнов А.В., Блинков С.С. 129

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ КАРЬЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КосолаповА.И., Пташник А.И. 133

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ОЦЕНКЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ДЛЯ ТЭС И АЭС
Кравец С.Б., Афиногенов А.А., Кузин Ю.С. 136

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕЯЛКИ-КУЛЬТИВАТОРА ССВ-3,5 С РЫЧАЖНЫМ ВАРИАТОРОМ ПРИВОДА ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ
Ларюшин Н.П., Антонов А.В. 140

НОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГУАНИДИНА И АМИНОГУАНИДИНА
Мусаев Ю.И., Мусаева Э.Б., Киржинова И.Х. 143

УСРЕДНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ УТЕЧКИ ПРОБНОГО ГАЗА ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТЕЧЕЙ
Мясников В.М., Сажин С.Г., Костиков Е.С., Добротин С.А. 147

СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИКТОРОВ НА ОСНОВЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ, ВЕКТОРНОГО КВАНТОВАНИЯ И НОРМАЛИЗАЦИИ РАССТОЯНИЙ
Первушин Е.А. *151*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНОЙ РАМЫ КАБИНЫ КОЛЕСНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА
Питухин А.В., Скобцов И.Г., Хвоин Д.А. *155*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ
Припадчев А.Д. *158*

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ
Прыгунов М.П. *163*

ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧЕНИЯ СИГНАЛОВ ЯМР НИЗКОГО РАЗРЕШЕНИЯ
Раннев Е.В. *167*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
Русяк И.Г., Преснухин В.К. *172*

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ПОЛИМЕРА В ОДНОШНЕКОВОМ ЭКСТРУДЕРЕ
Сагиров С.Н. *179*

РЕГУЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ГОРНЫХ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК
Тахо-Годи А.З. *184*

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ФОСФОЛИПИДНОГО КОНЦЕНТРАТА – МОДИФИКАТОРА ПОЛИИЗОПРЕНА
Цыганова М.Е., Рахматуллина А.П., Лиакумович А.Г., Потапов Е.Э., Степанова Г.С. *187*

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРОВ ПЛЕНОК КАУЧУКОВ В ПРИСУТСТВИИ МОДИФИКАТОРОВ НАНОРАЗМЕРНОГО ТИПА С ИНТЕРПРЕТАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ НА ОСНОВЕ ХЕМОМЕТРИЧЕСКОГО ПОДХОДА
Чичварин А.В., Игуменова Т.И., Крахт Л.Н. *194*

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ КАК МНОГОЗВЕННАЯ СИСТЕМА
Шмаков В.С. *199*

Экономические науки

СИСТЕМНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЗДОРОВЬЕ КАК ОСНОВНОМ КОМПОНЕНТЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА
Асланов Д.И. *202*

АУДИТ РАСЧЕТОВ С ПОДОТЧЕТНЫМИ ЛИЦАМИ: ПРИМЕНЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ БАНКОВСКИХ КАРТ
Кисилевич Т.И. *207*

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ УЧЕТ В ТРАНСФОРМАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
Левченко С.В. *213*

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА
Никитин А.И., Скачков Р.А. 218

ПРОБЛЕМЫ И РИСКИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СОЗДАНИИ СОВМЕСТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
Омаров М.М., Чуркин П.Г. 221

ВЕКТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ СЫРЬЕВОГО ДЕФИЦИТА
Остроух Е.Н., Золотарева Л.И., Бычков А.А., Долгов В.В. 224

ОБОБЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНВЕСТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ РИСКОВ
Семенчин Е.А., Шаталова А.Ю. 228

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ НА РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
Скотаренко О.В. 233

СТРАТЕГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
Явкина М.Г. 237

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 243

CONTENTS

Pedagogical sciences

DIDACTIC DESIGN AS THE REALIZATION MECHANISM THEORIES OF SOCIAL CONSTRUCTIVISM AT THE ENGINEERING EDUCATION
Vakhtina E.A. *13*

TENDENCIES OF THE DEVELOPMENT OF EDUCATION IN CONDITIONS MODERNIZATIONS (ON MATERIALS SKFO)
Gurfova R.V., Alikaeva M.V., Nalchadzhi T.A., Gedgafova I.J., Kazieva B.V. *20*

METHODOLOGICAL BASIS OF TRAINING PEDAGOGY STUDENTS TO THE INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IMPLEMENTATION IN THE STUDY OF NATURAL SCIENCE DISCIPLINESAT SCHOOL
Elagina V.S., Pochlebaev S.M. *25*

PREPARING STUDENTS FOR CO-CREATION ACTIVITY BASED ON COMPETENCY APPROACH – THE REALITY OF STANDARDS OF THE THIRD GENERATION
Ignatova V.V., Kichigina A.V. *31*

ENGAGEMENT OF STAFF TO MATHEMATICAL SOLUTION OF APPLIED PROBLEMS WITH THE HELP OF THE COMPUTER SYSTEM OF MATHEMATICAL MATHEMATICA
Ikhsanova F.A. *36*

SCIENTIFICALLY AND METHOGICAL PRINCIPLES CONCEPTION PEDAGOGICAL OF CONTROL METHODS OF COMMUNICATIVE EDUCATION OF SCHOOLBOYS
Nikitina E.Y., Mishanova O.G. *41*

ABOUT READINESS OF A TECHNICAL HIGHER SCHOOL TEACHER FOR THE BACHELORS PROFESSIONAL COMPETENCE FORMATION
Oreshkova S.P., Ertskina E.B. *46*

TECHNIQUE OF EXPERIMENTAL STUDYING OF WORK DISSIPATIVE FORCES ON AN EXAMPLE OF WORK OF FORCE OF A FRICTION AND ITS REALIZATION ON THE COMPUTER
Revinskaya O.G., Kravchenko N.S. *52*

PROPOSITIONS FOR OPTIMIZATION OF HIGHER EDUCATION STRUCTURE
Sokolova N.A. *58*

KEY GOALS AND CONTENT AREA OF FOREIGN LANGUAGE TEACHING FOR TECHNICAL STUDENTS OF MASTER OF ENGINEERING DEGREE PROGRAM
Tyurina S.Y. *63*

THREE-DIMENSIONAL MODELLING IN TEACHING OF GRAPHIC DISCIPLINES
Fedotova N.V. *68*

Technical sciences

INTERVAL ESTIMATION OF THE RELIABILITY CHARACTERISTICS FOR UNIQUE EQUIPMENT
Antonov A.V., Malovik K.N., Chumakov I.A. *71*

WORKING OUT OF MODELS AND METHODS AUTOMATION OF TRAINING AND CHECKING FACILITY OF STUDENTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE
Astachova I.F., Pshenichnykh A.A. *77*

METALL-CUTTING TOOL LIFE FORECASTING METHODS
Bibik V.L. 81

USE OF ONTOLOGIES TO INTEGRATE DATA WITHIN AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM UNIVERSITIES
Bubareva O.A., Popov F.A., Anufrieva N.Y. 85

FORESTS CARBON-DEPOSITING ABILITY ESTIMATING REGRESSION EQUATIONS COEFFICIENTS AUTOMATED CALCULATION ALGORITHM IN CASE OF REFERENCE DATA UPDATE
Voronov M.P., Usoltsev V.A., Chasovskykh V.P. 89

RETAINING RING MANUFACTURING FOR HIGH-POWER TURBOGENERATORS: TECHNOLOGY AND CONTROL
Gotlib B.M., Vakalyuk A.A. 96

INFORMATION MEASURE IN THE PROBLEM OF THE ESTIMATION OF TROUBLE-FREE WORK OF TECHNICAL SYSTEM
Dulesov A.S., Ageeva P.A. 102

DETERMINATION OF DYNAMIC STIFFNESS OF RUBBER LAYER OF INTERNAL FRICTION DAMPER
Egorov A.V. 108

INCREASING STRENGTH CHARACTERISTICS OF COMPOSITES BASED ONCEMENT CEMENT LONG-TERM STORAGE
Ilyina L.V. 112

PREPROCESSING DATA FOR TRAINING OF NEURAL NETWORKS
Kachanovskij J.P., Korotkov E.A. 117

THE INFORMATION-MEASURING DEVICE FOR DEFINITION OF FACTOR OF A SLIDING FRICTION
Kolesnikov V.A., Bajsagov J.Z., Jurov V.M. 121

THE BASIC LAWS OF ACCUMULATION AND TRANSFORMATION OF HEAVY METALS IN SOILS WAYSIDE AREA
Korovina E.V., Ivanova L.A., Lebedeva Y.A., Frolova, O.V. 124

THE INFLUENCE OF SIZE MAGNETIC-WIRE ON CHARACTERISTICS OF SPINDLE UNIT WITH GAS-MAGNETIC BEARING
Kosmynin A.V., Shchetinin V.S., Khvostikov A.S., Smirnov A.V., Blinkov S.S. 129

RESEARCH OF CONDITIONS FOR THE INTENSIFICATION OF CAPACITY OF THE OPEN-CAST MINE BY WORKING OUT OF DIPPING DEPOSITS
Kosolapov A.I., Ptashnik A.I. 133

THE ANALYSIS OF STANDARD REQUIREMENTS TO THE ESTIMATION OF SEISMIC STABILITY OF PIPELINE ARMATURE WITH ELECTRIC DRIVE FOR THERMAL AND ATOMIC POWER STATIONS
Kravets S.B., Afinogenov A.A., Kuzin Y.S. 136

RESULTS OF RESEARCHES OF SEEDER-CULTIVATOR SSV-3,5 WITH THE LEVER VARIATOR OF THE DRIVE OF SOWING DEVICES
Larjushin N.P., Antonov A.V. 140

NOVEL COMPOSITIONS ON THE BASIS OF GUANIDINE AND AMINOGUANIDINE
Musaev Y.I., Musaeva E.B., Kirzhinova I.K. 143

AVERAGING–OUT THE CONCENTRATION OF TRIAL GAS LEAKAGE AT LEAKS LOCALIZATION
Mjasnikov V.M., Sazhin S.G., Kostikov E.S., Dobrotin S.A. *147*

SPEAKER IDENTIFICATION SYSTEM BASED ON FEATURE JOINING, VECTOR QUANTIZATION AND DISTANCE NORMALIZATION
Pervushin E.A. *151*

THE EXPERIMENTAL ESTIMATION OF WHEELED SKIDDER'S PROTECTIVE FRAME EFFICIENCY
Pitukhin A.V., Skobtsov I.G., Khvoin D.A. *155*

MODELING OF FLYING STOCK ON THE BASIS OF FLIGHT PERFORMANCES AND EXPLOITATIONS REGIMES ONES
Pripadchev A.D. *158*

THE ANALYSIS OF DESIGN DATA OF CYLINDERS HEADS OF DIESEL ENGINES WITH AIR COOLING
Prygunov M.P. *163*

FEATURES OF TIME-DOMAIN NMR SIGNAL RECOGNITION
Rannev E.V. *167*

MATHEMATICAL MODELLING AND OPTIMIZATION OF RELIABILITY OF THE DISTRIBUTED REGIONAL SYSTEM OF THE HEAT SUPPLY
Rusyak I.G., Presnuhin V.K. *172*

ANALYSIS AND MODELING OF POLYMERS MOTION IN SINGLE SCREW EXTRUDER
Sagirov S.N. *179*

CONTROLLING DEVICE FOR MANAGERIAL SISTEM VENTILATION MOUNTAIN DEAD-END PRODUCTIONS
Tacho-Godi A.Z. *184*

RESEARCH OF STRUCTURE OF PHOSPHATIDE CONCENTRATE – THE POLYISOPRENE MODIFIER
Tsyganova M.E., Rakhmatullina A.P., Liakumovich A.G., Potapov E.E., Stepanova G.S. *187*

EXPLORATION INFRARED SPECTRUM OF SYNTHETIC RUBBERS SKIMS TOGETHER WITH CARBON NANOTUBE COUPLING AGENT FOR THE REASON CHEMOMETRICS APPROACH
Chichvarin A.V., Igumenova T.I., Kraht L.N. *194*

THE KINEMATIC SCHEME OF THE DRIVER OF THE VEHICLE AS ITERATIVE SYSTEM
Shmakov V.S. *199*

Economic sciences

SYSTEM OF SUBMISSION OF HEALTH AS THE MAIN COMPONENT OF THE HUMAN CAPITAL
Aslanov D.I. *202*

AUDIT OF CALCULATIONS WITH ACCOUNTABLE PERSONS: APPLICATION IN THE ORGANIZATION OF CORPORATE BANK CARDS
Kisilevich T.I. *207*

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF NATURAL RESOURCES AND THEIR ACCOUNTING IN THE TRANSFORMATION OF REGIONAL DEVELOPMENT
Levchenko S.V. *213*

FORMING A STRATEGIC GOAL SETTING COMPANIES IN THE REGION 218
Nikitin A.I., Skachkov R.A. *218*

CHALLENGES AND RISKS ARISING FROM THE JOINT VENTURE
Omarov M.M., Churkin P.G. *221*

VECTOR OPTIMIZATION OF PROCESSING WORK WITH AN ALLOWANCE FOR SHORTAGE OF RESOURCES
Ostroukh E.N., Zolotareva L.I., Bychkov A.A. , Dolgov V.V. *224*

THE GENERALIZED MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMUM PLANNING OF INVESTMENTS TAKING INTO ACCOUNT RISKS IN SMALL ENTERPRISES
Semenchin E.A., Shatalova A.U. *228*

INFLUENCE ORGAN FEDERAL LEVEL OF MANAGEMENT ON REGULATION REGIONAL SOCIAL-ECONOMIC PROCESSES
Skotarenko O.V. *233*

STRATEGY OF FORMATION OF OPTIMUM STRUCTURE OF THE CAPITAL OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE
Javkina M.G. *237*
RULES FOR AUTHORS.....*243*

УДК 378. 147:62

ДИДАКТИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН КАК МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ СОЦИАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВИЗМА В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Вахтина Е.А.

ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь, e-mail: vea1961@yandex.ru

В качестве решения проблемы реализации теории социального конструктивизма в практике инженерного образования предлагается технология дидактического дизайна, формирующая среду обучения заданного качества. Эта технология имеет цикличную организацию: анализ, моделирование, проектирование и конструирование на основе универсальной модели дидактического цикла. Приведены результаты применения технологии дидактического дизайна на примере университетского курса «Электротехника и электроника». В ходе исследования использовались дополняющие друг друга методы: контент-анализ научной литературы и других источников информации, обобщение опыта преподавания технических дисциплин, моделирование и педагогический эксперимент.

Ключевые слова: социальный конструктивизм, дидактическая система, технология дидактического дизайна, дидактический цикл

DIDACTIC DESIGN AS THE REALIZATION MECHANISM THEORIES OF SOCIAL CONSTRUCTIVISM AT THE ENGINEERING EDUCATION

Vakhtina E.A.

FGOU VPO «Stavropol State Agrarian University», Stavropol, e-mail: vea1961@yandex.ru

As the decision of a problem realization of the social constructivism theory at engineering education the technology of didactic design forming the training environment of the set quality is offered. This technology has the cyclic organization: the analysis, modeling, the projecting and constructing on the basis of universal model of a didactic cycle. The results of application of didactic design technology on an example of a university course «The Electrical engineer and electronics» are presented. During research the methods supplementing each other were used: the content-analysis of the scientific literature and other sources of the information, generalization of the teaching experience of technical disciplines, modeling and pedagogical experiment.

Keywords: social constructivism, didactic system, technology of didactic design, a didactic cycle

Процесс обучения и воспитания является по своему характеру социальной активностью личности, а знание – продуктом социального и культурного конструирования. Это обстоятельство обусловливает востребованность теории социального конструктивизма (авторы идей, составляющих научный базис теории: Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, Дж. Дьюи, Дж. Келли, Ж.-Ж. Пиаже, Г. Гарднер, Н. Хомский и др.) современной образовательной практикой. Приведем конкретные примеры. Принципы теории социального конструктивизма: сотрудничество, активное обучение и критическая рефлексия лежат в основе успешно функционирующей системы дистанционного обучения – Moodle (Модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда) – автор Мартин Дугиамас. В высшей степени универсальным инструментом инженерного конструирования является интерактивная среда разработки алгоритмов, визуализации и анализа данных, числовых расчетов – MATLAB разработчик – компания MathWorks.

Однако, как отмечает профессор М.А. Чошанов, получивший мировое признание в области анализа и проектирования технологий обучения, в современной педагогике социальный конструктивизм представляет собой более философию, чем методику или технологию обучения. Слабая разработанность инструментария (методов, форм, средств обучения) вызывает определенные трудности в его практической реализации. Кроме того, конструктивизм – философия, ориентированная, прежде всего, на изучение гуманитарных областей знаний. Поэтому перенос ее на естественно-математические, общетехнические и специальные дисциплины порождает проблемы, связанные со спецификой этих предметов [6]. В своей работе [7] он предлагает применение инженерного подхода через реализацию конструктивно-проектировочной функции дидактики.

В поиске ответа на вопрос, что может быть образцом для реализации данной функции в преподавании технических дисциплин, мы обратились к новому феномену культуры – дизайну. Дизайн – это проектная деятельность, направленная на формирование предметной среды с заданными функциональными и эстетическими свойствами. Специфика дизайна, возникшего на стыке

науки, техники и искусства, позволяет использовать его при решении задач самого разного характера – технических, экономических, социальных, культурных. Основные направления дизайна: промышленный, архитектурный, ландшафтный, текстильный и др. дополняются в настоящее время новыми направлениями, одним из которых можно назвать дизайн дидактический (С.М. Кожуховская, Н.Н. Манько, Н.В. Соснин, Е.В. Ткаченко, В.Э. Штейнберг и др.). Его место и роль в общей предметной области дизайна определяются образовательными технологиями в социальной сфере.

Дизайн в образовании по определению В.П. Климова представляет собой особую педагогическую область, позволяющую экстраполировать методы и средства проектной культуры на все уровни профессионального образования с целью их оптимизации [3].

Анализируя мнения исследователей в области педагогического проектирования (А.А. Андреева, М.И. Беляева, С.П. Ломова, В.П. Климова, С.А. Новоселова, В. Романова, Н.В. Соснина, Е.В. Ткаченко, В.Э. Штейнберга и др.), можно выделить следующие аспекты потенциальных возможностей дизайна.

Во-первых, это дизайнерский опыт моделирования сложных объектов в условиях полипарадигмальности, обусловливающей действие системы подходов: деятельностного, системного, средового, организационного, функционального, культурно-творческого и др.

Во-вторых, опыт выполнения дизайнером нескольких профессиональных функций: исследовательской, проектировочной, методической, организационной, в процессе осуществления которых ему необходимо объединить усилия различных специалистов и организаций, направленных на создание системного объекта.

В-третьих, особо следует подчеркнуть принципиально инновационный характер дизайн-деятельности, направленной на создание новых объектов, процессов и систем с новыми свойствами, т.е. конструирование новой реальности. При этом главным критерием эффективности принятия решений служат положительные изменения важных характеристик качества жизни человека. Синтез дизайна и инженерного проектирования способствует гуманизации инновационных технологий, рождает принципиально иную проектную культуру, в центре которой человек и его потребности. Перенос технологии проектирования инновационных объектов, процессов и систем в образование позволит конструировать новую образовательную реальность, нацеленную на создание условий для прироста показателей качества образования.

В-четвертых, дизайн создает не только материальные, но и культурные ценности. Он наследует и эстетически преобразует достижения предшествующей культуры, что важно для системы образования в плане преемственности в развитии, воспитании эстетических вкусов и предпочтений, формировании новых потребностей, культурных норм и ценностных установок субъекта обучения через гармонизацию и эстетизацию образовательной среды.

Продуктивный перенос в поле дидактического дизайна образа проектируемого объекта сопровождается пролонгацией на него четырех групп требований в дизайне: функциональных, социально-экономических, эргономических и эстетических. Их адаптация конкретна и также носит проектный характер [3]. Функциональный аспект дидактического проектирования нужно связывать с моделью будущей профессиональной деятельности выпускника, которая ориентирована на новый тип социального заказчика. Социально-экономическую сторону объекта дидактического дизайна можно оценивать эффективностью внедряемой системы, проекта, технологии по положительным изменениям в показателях качества обучения. В эргономических требованиях к объектам проектирования педагогической природы нужно ориентироваться, прежде всего, на психологические характеристики участников образовательного процесса. Эстетические требования дидактического дизайна должны быть направлены на создание психологического комфорта, активизацию эмоционально-образного компонента мышления, контекстного включения культурологических элементов и т.п. Данные требования должны обеспечиваться специальными содержательными и оформительскими средствами, традиционными и новыми элементами культуры учебных материалов [5].

Опираясь на вышесказанное, под дидактическим дизайном мы понимаем технологию проектирования среды обучения (дидактической среды) с заданными функциональными, социально-экономическими, эргономическими и эстетическими свойствами. Дидактическая среда (В.С. Леднев) – это специально организованная среда, направленная на создание комплекса дидактических условий, облегчающих процесс приобретения учащимися определенных знаний, умений и навыков по конкретной дисциплине, в которой цели, содержание, методы и организационные формы обучения становятся подвижными и доступными для изменения. Заметим, что цели, содержание, методы и

организационные формы обучения являются элементами дидактической системы, т.е. изменения происходят в рамках определенной дидактической системы (D-системы).

Остановимся на принципиальном свойстве, характерном для любой системы, в том числе и D-системы. Будем исходить из положения о том, что каждая конкретная ее модификация обладает вполне определенными возможностями в достижении поставленной цели. Эти возможности жестко обусловлены характеристиками этой системы.

$$\sum: \{\{M\}, \{x\}, F\},$$

где {M} – множество элементов системы, {x} – множество связей и отношений между ними; F – функция (новое свойство) системы, характеризующая ее интегративность и целостность.

В.П. Беспалько применительно к D-системе формулирует это утверждение как «закон сохранения» и называет его «первым и единственным в дидактике законом, утверждающим, что … каждый дидактический процесс обладает вполне определенными принципиальными возможностями по качеству формирования у учащихся знаний, умений, навыков за заданное время» [1]. Это означает, что если мы хотим получить результаты обучения заданного уровня и качества, то должны позаботиться о соответствующей модификации D-системы, функционирование которой обеспечит нужную направленность и интенсивность педагогического процесса. Таким образом, если система – это средство достижения цели, то справедливо и обратное утверждение: успешность результата обучающего воздействия определяется функционирующей D-системой.

D-система в общем случае состоит их двух составляющих:

1) личностной – педагог и студенты – совокупный субъект процесса обучения;

2) процессуальной, состоящей из следующих компонентов: целевого, содержательного, организационно-управленческого, методического и аналитико-результативного.

Выделив на примере типичных D-систем прошлого и настоящего процессуальные компоненты, выявим направленность эволюционных изменений последовательно по каждому из них. Результаты анализа представим в свернутом виде в форме таблицы.

D-системы прошлого и настоящего

Традиционная и классическая	Прогрессивистская, новая и современная (конструктивистский подход)
1	2
Целевой компонент	
Основная задача обучения – усвоение и воспроизведение студентами готовых знаний, умений и навыков. *Постановка целей* преподавания. *Описание целей* через направления деятельности	*Основная задача обучения* – развитие личности как системного целого. *Постановка целей* обучения на основе их таксономии. *Описание целей* через продукт деятельности
Содержательный компонент	
Концепция содержания обучения представляет собой совокупность знаний, умений и навыков, подлежащих усвоению. *Подход в построении* – технократический (естественнонаучный)	*Концепция содержания* обучения представляет собой педагогически адаптированную модель различных сторон социального опыта, который тождествен по своей структуре совокупности компонентов культуры. *Подход в построении* – единство гуманитарного и технократического подходов (гуманитаризация содержания)
Организационно-управленческий компонент	
Способ организации обучения – рецептивно-отражательный. *Педагог* выступает как информатор, транслятор культуры. Основной способ управления – авторитарный, основанный на стимулировании деятельности с помощью отметки и других внешних факторов	*Способ организации обучения* – конструктивно-деятельностный. *Педагог* выступает в роли менеджера, координатора совместной с обучаемыми деятельности, а также фасилитатора, т.е. помощника в самостоятельном овладении студентами способами и приемами учебной деятельности. Одной из функций педагога становится разработка системы форм организации обучения, обеспечивающих диалогическое взаимодействие его участников, другой функцией – управление процессом обучения на основе рефлексивно-системного анализа

Окончание таблицы

1	2
Объектная позиция студента: студент не является субъектом образовательной деятельности, т.к. слаба мотивация, личностный смысл учения, которые определяются не содержанием самой деятельности, а внешними взаимодействиями. *Диада «преподавание – учение»* реализуется во внешнем взаимодействии педагога и студента	*Субъектная позиция студента*: студент становится субъектом познавательной деятельности, осуществляя ее целостно на всех этапах. *Триада «преподавание – учение – саморазвитие»:* к внешнему взаимодействию добавляется внутреннее изменение статуса личности педагога и студента
Методический компонент (методы и средства обучения)	
Основой традиционных технологий обучения служат информационно-рецептивный и репродуктивные методы обучения, предусматривающие *низкую степень самостоятельности* познавательной деятельности студентов. *Средства обучения* используют одномерный канал, соединяющий внешний и внутренний планы учебной деятельности	*Основой личностно-ориентированных технологий* обучения являются проблемный, исследовательский методы, методы проектов, контекстного, дистанционного обучения и др. Они существенно *повышают степень самостоятельности* познавательной деятельности студентов. *Средства обучения* многомерны, т.е. используют одновременно несколько каналов связи между внешним и внутренним планами учебной деятельности
Аналитико-результативный компонент	
Основные функции: выявление и оценивание результатов обучения. *Механизм* реализации – анализ результатов обучения. *Оценка* является внешним стимулом учебной деятельности студентов	*Основные функции:* социальная, воспитательная, эмоциональная, информационная и управленческая. *Механизм* реализации – рефлексивно-системный анализ процесса обучения в целом. *Оценка* переводится из внешнего стимула учебной деятельности во внутренний

Из таблицы видно, что D-система является динамической – функции её компонентов с течением времени трансформируются. Формирование D-системы следующего поколения осуществляется через взаимосвязанное преобразование всех процессуальных компонентов предыдущего поколения. В этом преобразовании четко прослеживаются две параллельные линии: внутренняя – выявление и использование незадействованных психологических ресурсов субъектов образовательного процесса, и внешняя – привлечение ресурсов новых инструментальных средств и методов, облегчающих процесс познания. Обязательным условием преобразования является установление прямой и обратной связи между составляющими компонентами D-системы. При этом изменение одного из компонентов влечет за собой соответствующие изменения остальных.

Рассмотрим модель развития D-системы (рис. 1). Процесс развития D-системы проходит по спиральной траектории. В нем выделяют четыре фазы: моделирование, проектирование, конструирование и эксплуатацию. В первой фазе на основе изменений в требованиях к подготовке инженеров прогнозируются изменения компонентов действующей D-системы (прототип-1) и создается её модифицированная модель (прототип-2) [4]. В фазе проектирования разрабатываются содержательный и процессуальный блоки, т.е. создается дидактический проект учебной дисциплины (учебного модуля). Фаза конструирования предусматривает разработку технологических карт систем занятий по темам с последующей проверкой (апробацией) прототипа-2 и его корректировкой на основе полученных экспериментальных данных. Фаза эксплуатации состоит из двух этапов: внедрения прототипа-2 и его работы в учебном процессе.

Цикличность процесса проектирования (анализ, прогноз, проект) и цикличность функционирования проектируемых объектов (содержания учебной дисциплины и технологии его усвоения) обусловили цикличную организацию дидактического проектирования, инструментом которого стала разработанная нами логико-смысловая модель дидактического цикла (рис. 2).

Рис. 1. Модель развития D-системы

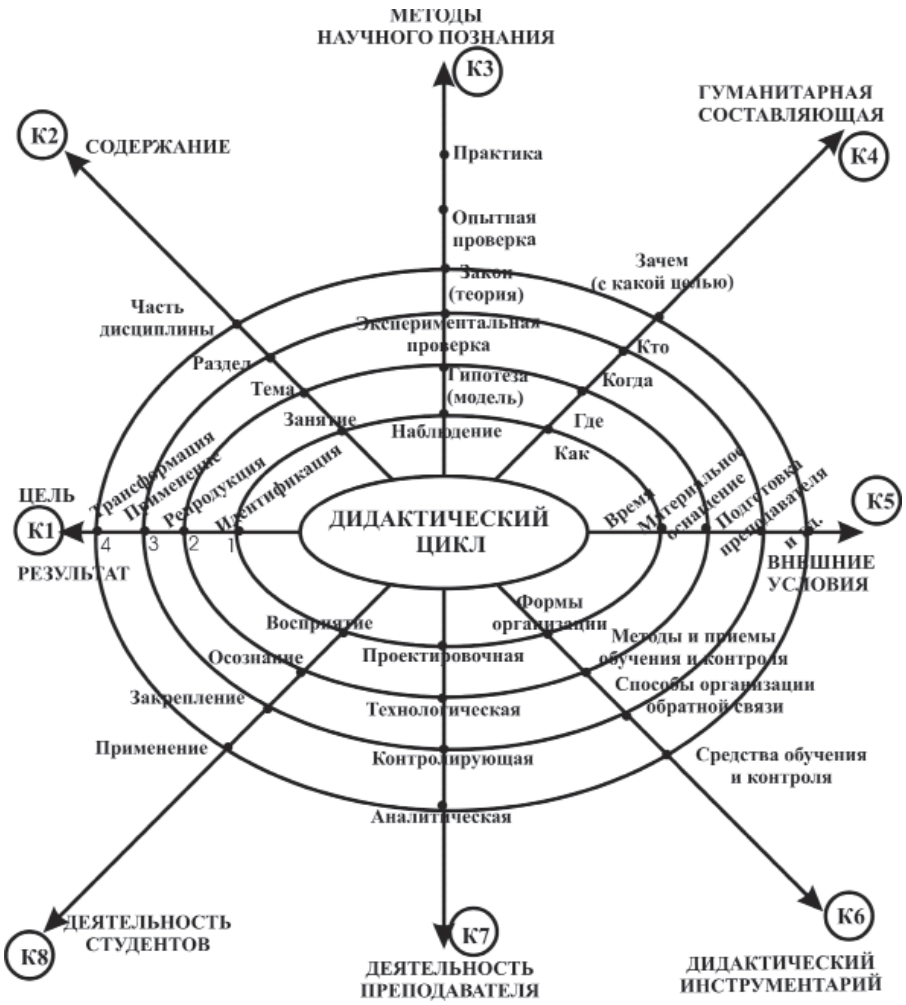


Рис. 2. Логико-смысловая модель «Дидактический цикл»

В качестве средств дидактического дизайна были использованы дидактические многомерные инструменты (ДМИ) В.Э. Штейнберга [8]. Такой выбор средств дидактического дизайна объясняется тем, что нужен был инструмент, который, прежде всего, облегчал бы процесс проектирования, делая его технологичным, и в то же время позволял педагогу выразить личностное отношение к предмету проектирования. ДМИ позволяют осуществлять анализ и синтез объекта (процесса) педагогического проектирования, а также универсальны и понятны любому педагогу независимо от преподаваемой им дисциплины.

Кратко о модели дидактического цикла (ДЦ).

Под ДЦ мы понимаем содержательно-организационную единицу учебного процесса, сохраняющую свою существенную характеристику. В зависимости от «масштаба» в процессе изучения учебной дисциплины выделяем следующие ДЦ: отдельное занятие, систему занятий по теме, разделу, модулю и всей дисциплине в целом. Поскольку ДЦ – часть учебного процесса и одновременно фрагмент деятельности, то в нем в соответствующем масштабе представлены все компоненты учебного процесса. Отсюда вытекает, что в основе модели «Дидактический цикл» должны лежать объективные, присущие циклам разных масштабов, существенные характеристики. Чтобы их выделить, мы совместили два универсальных цикла: познания и управления. Цикл познания: от живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике, которая определяет структуру процесса усвоения знаний и цикл управления, который начинается с постановки целей деятельности и заканчивается оценкой результатов их достижения. В результате мы получили два блока существенных характеристик: первый – *содержательный*, включающий цели (ось К1), содержание (К2), методы научного познания (К3), с выделением гуманитарной составляющей (К4) в них, для гармоничного согласования со вторым – *процессуальным* блоком, включающим внешние условия (К5), дидактический инструментарий (К6), деятельность преподавателя (К7) и деятельность студентов (К8) рис. 2 [2].

Технологию дидактического дизайна мы применили к университетскому курсу «Электротехника и электроника» для студентов неэлектротехнических специальностей.

На этапе моделирования, используя универсальную модель ДЦ, мы разработали логико-смысловую модель дисциплины, суть которой заключалась в обобщенно-целостном ее описании «Электротехника и электроника». На этапе проектирования полученную модель развернули по блокам существенных характеристик и наполнили конкретно-предметным содержанием в зависимости от масштаба ДЦ и его роли в образовательном процессе следующим образом:

– построили систему логико-смысловых моделей содержательного блока в иерархической последовательности циклов разного масштаба от общего к частному (дисциплины в целом, ее блоков (частей), модулей (тем) и т.д.);

– развернули процессуальный блок в форме системы логико-смысловых моделей основных организационных форм, методов и средств обучения, образующих технологию освоения содержания дисциплины.

Связь между содержательным и процессуальным блоками выполнили построением матрицы согласования содержания и форм учебной деятельности.

На этапе конструирования на основе синтеза созданных моделей разработали технологические карты систем занятий. В итоге получили дидактический проект (ДП) учебной дисциплины «Электротехника и электроника».

Оценку эффективности разработанного ДП осуществили по результатам его экспериментальной реализации по выделенным критериям:

1) изменение интегративных качеств знаний: действенности, системности и прочности (показатели – изменения среднего выборочного значения соответствующих коэффициентов: $K_{\alpha}^{\text{ср}}$ действенности, $K_{s}^{\text{ср}}$ системности и $K_{n}^{\text{ср}}$ прочности знаний и их выборочная дисперсия σ_{α}^2, σ_{s}^2 и σ_{n}^2);

2) определение оптимальности проекта по его эргономическим качествам, для оценки которых исследовали влияние ДП на познавательную активность студентов $П_а$ и методическую активность преподавателей $П_м$. После математической обработки экспериментальных данных получили положительный прирост показателей соответствующих критериев.

В итоге мы пришли к следующему выводу: ключевая идея конструктивизма заключается в том, что знания нельзя передать обучаемому в готовом виде, а можно лишь создать педагогические условия для их успешного конструирования и расширения. Эти условия формируются дидактической средой, для проектирования которой следует использовать инженерный подход,

актуальность которого вызвана масштабным внедрением информационно-коммуникационных технологий в образовании, науке, производстве и бизнесе. Механизм реализации данного подхода в преподавании технических дисциплин – технология дидактического дизайна, которая стандартизирует и оптимизирует процесс педагогического проектирования среды обучения заданного качества. Технология дидактического дизайна имеет цикличную организацию: анализ, моделирование, проектирование и конструирование на основе универсальной модели дидактического цикла.

Список литературы

1. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем // Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения техн. обучающих систем. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1977. – С. 136.

2. Вахтина Е.А. Дидактическое проектирование как технология гуманизации процесса обучения в вузе: автореф. дис. … канд. пед. наук. – Майкоп, 2006. – С. 13–17.

3. Климов В.П. Версии и принципы дизайн-образования // Функционирование колледжа как единого учебно-научно-производственного комплекса: сб. науч. матер. российской конф. – М.: ООО «АвтоПринт», 2010. – С. 76–77.

4. Проектирование дидактических систем нового поколения для подготовки способных к инноватике инженеров / Н.К. Нуриев, Л.Н. Журбенко, С.Д. Старыгина, Е.В. Пашукова, А.Р. Ахмадеева // Образовательные технологии и общество. – 2009. – №12. – С. 417–440.

5. Ткаченко Е.В. Дидактический дизайн – инструментальный подход / Е.В. Ткаченко, Н.Н. Манько, В.Э. Штейнберг // Образование и наука. Известия УрО РАО. – 2006. – № 1 (37). – С. 58–65.

6. Чошанов М.А. Процесс непрерывного конструирования и реорганизации // Директор школы. – 2000. – № 4. – С. 56–62.

7. Чошанов М.А. Дидактика и инженерия. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. – С. 22–26.

8. Штейнберг В.Э. Дидактические многомерные инструменты: Теория, методика, практика. – М.: Народное образование, 2002. – 304 с.

Рецензенты:

Семенова Н.Г., д.п.н., к.т.н., профессор кафедры «Теоретическая и общая электротехника» ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Зайнутдинова Л.Х., д.п.н., к.т.н., профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики ГОУ ВПО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань.

Работа поступила в редакцию 29.06.2011.

УДК 37.0(470.621)

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ (НА МАТЕРИАЛАХ СКФО)

Гурфова Р.В., Аликаева М.В., Налчаджи Т.А., Гедгафова И.Ю., Казиева Б.В.

ГОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: naltan@rambler.ru

Обоснована роль образования в современном обществе как основного инструмента формирования интеллектуального потенциала государства, выявлены предпосылки модернизации системы образования. В качестве основных направлений модернизации образования в КБР авторы выделяют переход на нормативное бюджетное финансирование образовательных учреждений и новую систему оплаты труда. В статье подчеркивается необходимость учета региональных особенностей системы образования и обосновывается роль национальных университетов в процессе развития современной системы образования России. Проведен анализ и выявлены основные направления развития системы образования в КБР, охарактеризованы роль и место университетского комплекса в региональной системе образования.

Ключевые слова: модернизация системы высшего профессионального образования, актуальные тенденции развития образования, система образования КБР

TENDENCIES OF THE DEVELOPMENT OF EDUCATION IN CONDITIONS MODERNIZATIONS (ON MATERIALS SKFO)

Gurfova R.V., Alikaeva M.V., Nalchadzhi T.A., Gedgafova I.J., Kazieva B.V.

The Kabardino-Balkarian state university of H.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: naltan@rambler.ru

Substantiates the role of education in modern society as the main instrument of forming intellectual potential of the state, identified the prerequisites of modernization of the education system. The key areas of modernization of education in the KBR, the authors identify the transition to statutory government funding of educational institutions and a new pay system.The article emphasizes the need for a regional perspective of the education system and justify the role of national universities in the development of a modern education system in Russia. The analysis and identified the main directions of development of the education system in the CBD, described the role and place of the university complex in the regional education system.

Keywords: modernisation of system of the higher occupational education, actual tendencies of a development of education, education system KBR

Тенденции развития современного мирового сообщества во многом зависят от уровня образования. Это обусловлено тем, что образование является и основным инструментом создания интеллектуального потенциала государства, и фактором конкурентоспособности хозяйствующих субъектов и государства, и ресурсом, обеспечивающим жизненное благополучие граждан.

Система образования, являясь индикатором и катализатором развития государства, становится приоритетной ведущей сферой социально-экономической политики любого государства, отражая уровень развития и состояния общества. Однако высокая степень неоднородности образовательного экономического пространства России, возникновение локализованных и слабо взаимодействующих региональных рынков привело к неравномерному развитию рынка образовательных услуг в разных регионах. Для решения данной проблемы необходимо преодолеть противоречивости функционирования российского рынка образовательных услуг путем изменения системной парадигмы общественного интеллектуального капитала в глобализирующейся экономической динамике национальных систем хозяйствования.

В связи с этим целесообразно модернизировать образовательную систему, совершенствовать методы управления и механизмы финансирования образовательных процессов.

Модернизация образовательной системы и развитие конкурентоспособного рынка образовательных услуг ставят перед образовательными учреждениями страны целый ряд проблем, связанных с необходимостью адаптации к конкурентным условиям.

Некоторым вопросам теории и практики применения современных моделей управления образовательной деятельностью в отечественной и зарубежной литературе уделяется определенное внимание, однако эффективные конкурентные стратегии управления образованием находятся на стадии формирования, поэтому опыт организации такого рода механизмов пока недостаточен и требуется проведение дополнительных исследований для выработки направлений управления данными процессами.

В настоящее время система образования России характеризуется глубокими противоречиями. Во-первых, наблюдается явный дисбаланс между состоянием и развитием бюджетного и платного образования на всех его уровнях. Во-вторых, происходит корен-

ное изменение структуры спроса на различные образовательные услуги, его повышение на получение высшего образования, переподготовку и сокращение на начальное и среднее образование в связи с неблагоприятной демографической ситуацией. В-третьих, отсутствие квалифицированных специалистов в области современных маркетинга и менеджмента и отток перспективных специалистов в другие сферы деятельности, в то время как именно сфера образования способна обеспечить подготовку и переподготовку кадров для любой из отраслей экономики.

Модернизация образовательной системы направлена на создание механизма устойчивого развития системы образования, предполагающего следующие направления:

1. Обеспечение государственных гарантий доступности качественного образования.
2. Создание условий для повышения качества общего и профессионального образования.
3. Формирование эффективных экономических отношений в образовании.
4. Обеспечение системы образования высококвалифицированными кадрами, их поддержка государством и обществом.
5. Управление развитием образования на основе распределения ответственности между субъектами образовательной политики.

Вышеперечисленные направления должны быть положены в основу деятельности систем ВПО и СПО. Одним из основных является принцип децентрализации управления образованием – его регионализация. Под системой образования региона мы будем понимать некую обособленную совокупность связанных между собой образовательных, обеспечивающих, инновационных и управленческих процессов, реализуемых образовательными и иными институтами на территории одного их субъектов Российской Федерации. Центральным звеном интеграции региональных систем образования на территории субъектов РФ могут стать, прежде всего, полипрофильные университеты. Одной из перспективных форм выполнения ими роли ведущего интегратора региональных систем образования является создание университетских учебных комплексов. Общие принципы современной образовательной политики России определены в Законах Российской Федерации «Об образовании», «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» и раскрыты в Национальной доктрине образования в Российской Федерации, охватывающей период до 2025 года, Федеральной программе развития образования на 2000–2005 годы, Государственной Программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2001–2005 годы». Эти документы тесно взаимосвязаны с «Основными направлениями социально-экономической политики Правительства Российской Федерации на долгосрочную перспективу», развивают и дополняют их. Вместе с тем они раскрывают главные концептуальные основания образовательной политики на современном этапе и определяют приоритеты и меры в реализации её генеральной, стратегической линии в среднесрочный период – модернизации образования.

Ориентация образовательной политики на социо- и этнокультурные региональные особенности определила приоритеты развития образовательного процесса в субъектах Российской Федерации. Именно регионализация выступила доминирующей идеей обновления педагогического процесса в учебных заведениях различного уровня и различной направленности, основой формирования и развития регионального образовательного пространства. Центральным звеном, обеспечивающим развитие региона, в конечном итоге выступает система образования как конгломерат образовательного, научного, кадрового потенциала, выступают высшие учебные заведения в целом. Однако приоритет должен быть на стороне классических университетов. Говоря о горизонтальных и вертикальных связях субъектов образовательного процесса, перспективах научных исследований, мы не должны упускать из виду главное – тесную связь образования с культурной средой, историей региона, уровнем его социально-экономического развития.

С учетом перспективных потребностей северокавказского региона в стабильности и поступательном развитии, никакой другой социальный или политический институт не способен взять на себя ответственность за научно-методическое обеспечение человеческих ресурсов. На каком бы уровне мы ни рассматривали проблемы возрождения экономики региона, этнической культуры, их решение по-настоящему начинается в вузе, в классическом государственном университете.

Возглавить эту работу в регионе может только классический университет с его возможностями и направленностью образовательного процесса на творческий поиск, научные исследования в области решения проблемы кадров национальной культуры, политики, экономики, будущего конкретного народа в целом. Традиционно существующий в обществе авторитет университетов и признание их ведущей роли в региональном и федеральном масштабах связаны с высокой оценкой основополагающих параметров

классической модели образования, как то: фундаментальность и научность, системность и преемственность, верность сложившимся традициям и внимание к инновациям.

Учет региональных особенностей и роли университетов является актуальной задачей развития современной системы образования России.

Важный аспект – выявление роли республиканских университетов на Северном Кавказе. Их роль должна быть переосмыслена в образовательной политике государства, в политике Минобразования РФ и Российского Совета ректоров.

В частности, это касается разработки региональных проблем совместно с органами управления и образования в субъектах федерации, благодаря реализации региональных, федеральных и международных научно-технических программ.

Нынешнее положение системы образования на Северном Кавказе в целом, и в Кабардино-Балкарии, в частности, определяется в главных своих чертах наследием последних двадцати лет. Как известно, это был период глубоких трансформаций во всех сферах жизни российского общества – экономической, социальной, политической и культурной.

Анализируя состояние и тенденции развития системы высшего образования в СКФО, обратимся к цифрам (табл. 1).

Таблица 1

Выпуск студентов очного обучения из государственных (муниципальных) учреждений высшего профессионального образования по СКФО (тыс. чел.)

Субъекты РФ	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
									Прогноз		
Республика Дагестан	7,3	7,8	8,6	9,2	10,2	9,4	10,1	10,0	9,6	8,8	8,1
Республика Ингушетия	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,9	0,6	0,5
Кабардино-Балкарская Республика	1,9	2,0	2,1	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,2
Республика Калмыкия	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
Карачаево-Черкесская Республика	0,8	1,2	1,3	1,1	1,4	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4
Республика Северная Осетия-Алания	2,1	2,2	2,3	2,6	2,6	2,6	3,0	2,8	2,7	2,8	2,6
Чеченская Республика	1,4	1,3	2,0	1,8	2,3	2,0	2,2	2,6	2,6	3,1	2,8
Ставропольский край	7,6	8,9	9,5	10,9	11,5	11,6	12,2	12,1	12,2	11,9	10,9

Источник: [2].

По данным табл. 1, до 2010 г. демонстрируют устойчивый рост количества выпускников такие субъекты СКФО, как Республика Дагестан и Ставропольский край. В остальных республиках наблюдается в целом удержание неизменных позиций по количеству выпускников.

Совершенствование сферы образования уже на протяжении многих лет является приоритетным направлением для Кабардино-Балкарии. «Смысл реформ образования в республике – сохранить все позитивное, что было ранее, и внедрить инновации, – подчеркнул Президент КБР. – В республике уже завершена работа по интеграции среднеспециального и высшего образования, в КБГУ объединены и успешно действуют подразделения различных образовательных уровней. Такая же работа ведется и в Кабардино-Балкарской сельхозакадемии и Северо-Кавказском институте искусств».

Главной целью интеграции в образовании руководство республики считает подготовку специалистов высокого класса. Президент КБР неоднократно заявлял о необходимости повышения статуса диплома Кабардино-Балкарского госуниверситета не только на российском, но и на международном уровне. Президент уверен, что дипломированная молодежь не должна уезжать из республики в поисках работы. Образование в республике – безусловный приоритет. – На него тратится без малого треть регионального бюджета, – отмечает глава КБР. – Число студентов в республике за 10 лет увеличилось в 1,5 раза.

В последние годы в Кабардино-Балкарии вырос статус образования, как одного из важнейших факторов формирования нового качества экономики и общества. В республике раньше, чем в других регионах России, сложилось восприятие образования, как стратегического ресурса, как инвестиционного процесса. Благодаря этому система образования республики не только сохранила все основные параметры деятельности, но и продолжила развиваться в соответствии с общими целями и зада-

чами обеспечения конституционных прав граждан на образование, формирования культурного, интеллектуального, профессионального потенциала.

В настоящее время Кабардино-Балкарская Республика имеет развитую сеть образовательных учреждений. В республике функционирует 414 образовательных учреждений, в том числе 16 дошкольных учреждений, 296 общеобразовательных учреждений, 64 учреждения дополнительного образования детей, 6 образовательных учреждений для детей с ограниченными возможностями здоровья, 12 учреждений начального профессионального образования, 8 средних специальных учебных заведений (в составе вузов), 10 высших учебных заведений и 2 учреждения дополнительного профессионального образования [3].

Произошли заметные изменения в структуре учреждений образования всех типов и видов. Основными факторами, предопределившими произошедшие изменения, были:

– изменения в социально-экономической и демографической ситуации и, как их следствие, необходимость приведения сети образовательных учреждений в соответствие с новыми реалиями;

– интеграционные процессы в дошкольном, общем среднем и профессиональном образовании.

С деятельностью учреждений образования находится сегодня решение наиболее значимых социально-экономических вопросов, затрагивающих интересы жителей республики. Такое положение способствует тому, что на сферу образования налагается основной груз социальных функций и ответственности перед обществом и государством.

В общем контексте модернизации образования одним из главных направлений является повышение экономической эффективности отрасли образования. Основными чертами указанной модернизации являются переход на нормативное бюджетное финансирование образовательных учреждений и новую систему оплаты труда, учитывающую результативность, качество деятельности работников образования.

Важным элементом системы высшего профессионального образования в КБР безусловно является Кабардино-Балкарский университет им. Х.М. Бербекова – ведущий классический университет России, выступающий в качестве интегрированного университетского комплекса, решающий задачи федерально-регионального значения в области образования, науки, культуры, информатизации и просвещения.

Место КБГУ в рейтинге классических вузов России представлено в табл. 2.

Таблица 2

Рейтинг классических вузов России

1	Московский государственный университет
2–3	Санкт-Петербургский государственный университет Московский физико-технический институт (государственный университет)
4	Российский университет дружбы народов (Москва)
5	Томский государственный университет
6–8	Казанский государственный университет Московский инженерно-физический институт (государственный университет) Ростовский государственный университет
9–14	Воронежский государственный университет Кабардино-Балкарский государственный университет Московский государственный лингвистический университет Саратовский государственный университет Тюменский государственный университет Южно-Уральский государственный университет

Источник: [1].

Таким образом, КБГУ занимает одно из ведущих мест во всероссийском рейтинге классических университетов, причем за последние годы наблюдается рост позиции КБГУ. Среди вузов ЮФО и СКФО КБГУ занимает лидирующее положение в рейтинге (табл. 3)

Определение места вуза в рейтинге ведущих вузов России необходимо учитывать в процессе модернизации системы финансирования региональных образовательных учреждений.

Таким образом, формирование регионального подхода к образованию, как одной из актуальных тенденций развития образования в СКФО, должна обеспечить реализацию комплексного подхода в реализации государственных интересов и населения, проживающего в СКФО, посредством интеграции деятельности элементов системы образования.

Таблица 3

Рейтинг вузов ЮФО и СКФО

Место	Наименование вуза
1	Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону)
2	Кабардино-Балкарский государственный университет
3	Ставропольский государственный университет
4	Кубанский государственный университет
5-8	Адыгейский государственный университет Астраханский государственный университет Волгоградский государственный университет Карачаево-Черкесский государственный университет
9	Дагестанский государственный университет
10	Северо-Осетинский государственный университет
11	Калмыцкий государственный университет (Элиста)
12	Ингушский государственный университет
13	Чеченский государственный университет

Источник: [1].

Анализ тенденций развития современной системы образования в СКФО определил актуальные направления развития региональных систем образования. В условиях КБР роль интегратора может быть отведена классическому университету как центру науки, просвещения и культуры.

Статья публикуется за счет средств гранта № МОН РФ № 3.3.1/13951 «Развитие научного потенциала высшей школы».

Список литературы

1. Карамурзов Б.С. Итоги работы университетского комплекса в 2010 году и задачи коллектива на 2011 год. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2010. – 175 с.

2. Численность учащейся молодежи образовательных учреждений Российской Федерации. Среднесрочный прогноз до 2014 года и оценка тенденций до 2025 года / под ред. Ф.Э. Шереги, А.Л. Арефьева. – М.: ЦСПиМ, 2010 – 320 с.

3. www.invest-kbr.ru.

4. Асланова М.А. Развитие региональной системы образования Республики Адыгея с учетом современных тенденций / М.А. Асланова, М.Р. Кудаев. – Майкоп: Изд-во АГУ, 2008. – 177 с.

5. Закон Российской Федерации «Об образовании» (в редакции Федерального закона от 13 января 1996 г. №12-ФЗ.

6. Образовательная политика России на современном этапе // Высшее образование в Рос-сии. – 2002. – № 1. – С. 20.

Рецензенты:

Емузова Н.Г., д.п.н., профессор, директор Института повышения квалификации и переподготовки работников образования КБГУ, г. Нальчик;

Балкизов М.Х., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Управление качеством и недвижимостью» Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 18.07.2011.

УДК 5(07):378

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА К РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН В ШКОЛЕ

Елагина В.С., Похлебаев С.М.

ГОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», Челябинск, e-mail: V_275@mail.ru, Istina48@mail.ru

Обосновывается необходимость методологической подготовки будущих учителей естественнонаучных дисциплин к деятельности по реализации межпредметных связей в школе. Методологическая подготовка студентов является теоретической основой для формирования у учащихся научного мировоззрения, целостной естественнонаучной картины мира. В процессе опытно-экспериментальной работы были определены основные направления методологической подготовки студентов к реализации межпредметных связей в школе, разработана методическая система, представляющая собой функциональное взаимодействие таких компонентов, как ценностно-мотивационного, когнитивного, деятельностного и рефлексивного, а также выявлен комплекс дидактических условий, способствующих ее эффективному функционированию и развитию.

Ключевые слова: межпредметные связи, методологическая культура, межпредметные умения

METHODOLOGICAL BASIS OF TRAINING PEDAGOGY STUDENTS TO THE INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IMPLEMENTATION IN THE STUDY OF NATURAL SCIENCE DISCIPLINESAT SCHOOL

Elagina V.S., Pochlebaev S.M.

Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: V_275@mail.ru, istina48@mail.ru

Necessity of methodological preparation of the future teachers of natural-science disciplines to activity on realization of interdisciplinary communications at school is proved. Methodological preparation of students is a theoretical basis for formation at pupils of scientific outlook, a complete natural-science picture of the world. In the course of skilled-experimental work the basic directions of methodological preparation of students to realization of interdisciplinary communications at school have been defined, the methodical system representing functional interaction of such components, as is developed: motivational and evaluative, cognitive, active and reflective and reflective, and also the complex the didactic the conditions promoting its effective functioning and development is revealed.

Keywords: Interdisciplinary communication, methodological culture, interdisciplinary abilities

В современных условиях роста научной информации, возрастающего накопления эмпирического и теоретического материала по дидактике и методике обучения учащихся физике, химии и биологии, усиления взаимосвязи предметов естественнонаучного цикла, интеграции и дифференциации школьного естественнонаучного образования методологическая подготовка будущих учителей является одной из наиболее важных проблем.

Основной задачей методологической подготовки будущего учителя является руководство процессом философского осмысления основ естественных наук, которое предполагает: формирование современных представлений о формах существования и движения материи; знание основных этапов развития взглядов о физической, химической и биологической картинах мира; владение методами методологического анализа конкретного содержания предметных курсов (например, анализ пространственно-временных свойств материи – в физике; иллюстрация идей несотворимости и неуничтожимости материи – в химии, причинности и системности – в биологии); раскрытие исторических аспектов данной науки (например, роль фундаментальных классических опытов в становлении физики; знание основных этапов развития эволюционной теории в биологии или теории строения вещества в химии).

Кроме этого, учителя естественнонаучных дисциплин должны ориентироваться в содержании смежных предметов естественнонаучного цикла для того, чтобы осуществлять его анализ с целью установления межпредметных связей (МПС). В предметной системе обучения МПС выполняют несколько методологических функций, выражающихся в повышении теоретического и научного уровня обучения, в привнесении в учебное познание методологического аппарата современной науки, в развитии диалектического метода мышления учащихся, в формировании научного мировоззрения учащихся. По мнению В.Н. Максимовой, «важно обобщить конкретно-научные и философские представления о мире. Обоб-

щающую функцию выполняют межпредметные философские связи. Они помогают учащимся овладеть ведущими идеями диалектического материализма, усвоить их как *метод познания* и преобразования материального мира. Одновременно с философским обобщением знаний необходимо развитие *диалектического мышления* учащихся. Особое значение при этом приобретает овладение *категориями диалектики*» [5, с. 28]. Учителя, реализующие МПС в процессе обучения, формируют у учащихся умения устанавливать и усваивать связи между предметами, осуществлять перенос и синтез знаний из смежных предметов, что, в свою очередь, способствует усилению взаимодействия индукции и дедукции, анализа и синтеза, обобщения и конкретизации в познании, а также развитию эвристических методов обучения. Формируя у учащихся умение обобщать знания из смежных предметов, учитель развивает у них умение в единичном видеть общее и с позиций общего оценивать особенное. Не следует забывать, что перечисленные методологические функции МПС в процессе изучения физики, химии и биологии в школе могут успешно реализовываться только при условии совместной деятельности всех учителей естественнонаучного цикла. Необходимость реализации МПС в учебном процессе школы побуждает учителей смежных предметов к взаимодействию, самообразованию, совместному творчеству.

Методологическая подготовка будущих учителей естественнонаучных дисциплин является теоретической основой для формирования научного мировоззрения учащихся.

Мировоззрение следует рассматривать как систему обобщенных взглядов на мир и место человека в нем, на отношение человека к окружающему миру, к самому себе. Оно определяет жизненную программу каждого человека, формирует его убеждения, жизненную позицию, определяет интересы и ценности. По выражению А. Швейцера, «жизнь без мировоззрения представляет собой патологическое нарушение высшего чувства ориентирования» [7, с. 82]. *Научное мировоззрение* основывается на системе научного знания, опирается на рационально-логические способы познания, характеризуется теоретичностью, широко пользуется научными категориями и аргументами. Специфическая «клеточка» мировоззрения – взгляд, в котором сосредоточено единство знания и убеждения. Важно отметить, что в самой природе мировоззрения заложена интегративная функция. Это значит, что «мировоззрение всегда выступает своеобразным интегратором знаний, взглядов, убеждений как отдельного человека, так и больших социальных групп, общества в целом» [6]. В процессе обучения учащихся на основе МПС происходит объединение различных совокупностей научных фактов, понятий, законов и теорий для раскрытия научной картины мира, для обобщения достижений естественных наук. «Знания включаются в структуру мировоззрения лишь тогда, когда они усвоены как система, в которой фактические и теоретические предметные знания концентрируются, систематизируются вокруг основополагающих идей» [5, с. 74]. Результатом такой интеграции основных элементов системы научных знаний являются мировоззренческие идеи, суждения, обобщения, отражающие уровень понимания окружающего мира, места человека в нем, а также отношения человека к миру. Поэтому «для формирования научного мировоззрения школьников так важно знать каналы связи теории, методологии, картины мира, формы и способы их взаимодействия» [4, с. 3].

Предметы естественнонаучного и гуманитарного циклов органически взаимосвязаны понятием *«научная картина мира»*. Синтезированные в научной картине мира конкретно-научные знания представляют собой целостное философское обобщение основных принципов и понятий различных областей науки. Поэтому усвоение научных знаний о природе и обществе, по сути, представляет собой процесс формирования научной картины мира, которая помогает человеку осознать действительность, выработать свою мировоззренческую позицию, свое отношение к миру через призму обобщенного научного знания, умение ориентироваться в этом мире, умение самостоятельно отбирать методы и техники освоения мира.

Важным звеном научной картины мира является естественнонаучная картина, которую следует рассматривать как высший уровень обобщения и систематизации всей совокупности естественнонаучных знаний. *Естественнонаучная картина мира* – это система общих представлений о природе, включающая в себя теоретические понятия, принципы и гипотезы различных областей естествознания и построенная на основе соответствующих философских знаний [1, 2, 6]. Естественнонаучная картина мира, в свою очередь, включает в себя элементы, которые представляют собой срезы знаний о природе, рассматриваемые отдельными науками, а именно: физическую, химическую, биологическую картины мира. Содержание понятий «физическая», «хими-

ческая» или «биологическая картин мира» представляет, во-первых, высший уровень систематизации физического, химического или биологического знания, на котором наиболее полно осуществлена взаимосвязь этих предметов с философией; во-вторых, в них находят свою конкретизацию представления о строении и движении разных видов материи, о формах ее существования, о закономерностях развития познания; в-третьих, являясь физической, химической или биологической моделью природы, построенной на основе систематизации понятий, принципов, идей и теорий, соответствующих определенному этапу развития той или иной науки, в них находит свое отражение процесс эволюции представлений о природе. При этом методологическими функциями той или иной картины мира являются:

1) систематизация и обобщение теоретического и эмпирического материала курса;

2) методологический анализ истории науки и закономерностей развития физических, химических и биологических знаний;

3) анализ мировоззренческого содержания физических, химических и биологических понятий, законов и теорий;

4) формирование мировоззрения учащихся. Любая картина мира, будь то физическая, химическая или биологическая, является средством методологического анализа и истолкования не только теории в целом, но и входящих в нее понятий и законов.

Причем методологическое и мировоззренческое содержание того или иного элемента системы научных знаний (понятия, закона, теории) может быть выяснено только в свете идей эволюции физической, химической и биологической картин мира. Выделенные узловые моменты в синтезе конкретно-научного знания определяют последовательность усвоения научной картины мира в ходе обучения основам наук: картины мира (реальности), складывающиеся в отдельных науках, → естественнонаучная картина мира → научная картина мира.

Научная картина мира и мировоззрение как высший уровень обобщения знаний формируются не отдельно друг от друга, а взаимосвязанно, в тесном взаимодействии. Это обусловлено тем, что, с одной стороны, построение научной картины мира не является только естественнонаучной задачей, ее формирование органически связано с выявленными философией общими законами природы, общества, мышления и раскрытием содержания этих законов. С другой стороны, элементы научной картины мира влияют на содержание философских категорий, обогащают теоретическую основу мировоззрения. Эта взаимосвязь процессов формирования мировоззрения и научной картины мира выявляется и в процессе изучения основ наук в школе. Учащиеся усваивают не только конкретные знания, общенаучные выводы, но и элементы мировоззренческих знаний, конечно, на уровне, соответствующем развитию их интеллекта. Мировоззренческая направленность естественнонаучного образования требует от учителей:

1) целостного видения предметов физики, химии и биологии на каждом этапе обучения с углублением знаний физической, химической и биологической картины мира от этапа к этапу;

2) концентрации содержания на фундаментальных законах и теориях, соотнесенных с физической, химической и биологической картинами мира и методологией;

3) показа взаимосвязи и взаимодействия физики, химии и биологии, что способствует формированию целостной естественнонаучной картины мира.

Формирование готовности к реализации МПС в школе осуществляется в рамках обучения студентов по следующим направлениям:

1) глубокое философское понимание системы понятий, законов, теорий, общих для цикла естественных дисциплин как методологической основой формирования целостного миропонимания учащихся;

2) осознание необходимости систематического включения в изучение своего предмета содержания смежных предметов, так как МПС, устанавливаемые в этом случае, играют исключительно важную роль в формировании мировоззрения;

3) согласование содержания смежных дисциплин, определение их места и роли на каждом этапе обучения с точки зрения формирования мировоззрения учащихся;

4) обоснование и доказательность выводов и обобщений, сделанных на основе изучения предметов естественнонаучного цикла, использования общих методов познания, раскрытия связи между предметами, с одной стороны, и между теорией и практикой – с другой;

5) активизация познавательной деятельности учащихся, направленной на осмысление взаимосвязи и взаимообусловленности процессов и явлений окружающего мира;

6) систематическое изучение качества понимания и осознания учащимися мировоззренческих знаний, роли межпредметных знаний физики, химии и биологии в определении собственной позиции, отношения к окружающей природе, своего места в ней;

7) развитие умений учащихся применять межпредметные знания в процессе решения сложных комплексных проблем, а также в оценке различных экологических ситуаций, свидетелями которых они часто бывают [3].

Важным аспектом подготовки студентов к деятельности по реализации МПС в школе является формирование их методологической культуры, которая может быть представлена в виде следующих компонентов:

1) знание исторических этапов развития естественных наук, путей становления научных знаний, работ выдающихся отечественных и зарубежных ученых, сыгравших решающую роль в развитии естествознания;

2) знание фундаментальных принципов и законов, лежащих в основе естественных наук (в физике – принцип относительности, симметрии, законы сохранения энергии, электрического заряда, импульса; в биологии – принцип причинности, системности, законы наследственности и изменчивости; в химии – периодический закон и др.) и связанных со школьными курсами физики, химии и биологии;

3) знание теорий, составляющих основу современного естествознания (теория электролитической диссоциации, теория растворов, молекулярно-кинетическая теория, электронная теория строения вещества, квантово-полевая теория, эволюционная теория, клеточная теория и др.) и связанных со школьными курсами физики, химии и биологии;

4) знание фундаментальных экспериментов, лежащих в основе развития естествознания, таких, как опыты Кавендиша, Броуна, Франка и Герца, Столетова, Резерфорда и др.;

5) знание актуальных вопросов и проблем современного естествознания (биофизики, биохимии, генетики, астрофизики, экологии и т.д.);

6) знание прикладных вопросов современного естествознания (ядерная энергетика, квантовая физика, астрофизика, химия полимеров, радиационная химия, генная инженерия, биотехнология и т.д.;

7) знание системы теоретических и экспериментальных методов, используемых в современном естествознании.

Нами установлено, что методологическая подготовка будущего учителя может успешно осуществляться в рамках методической системы, представляющей собой функциональное взаимодействие следующих компонентов: ценностно-мотивационного, когнитивного, деятельностного и рефлексивного, краткая характеристика которых приводится нами ниже.

1. Пробуждение интереса и формирование потребности в формировании научного мировоззрения и научной картины мира наиболее важный компонент, связанный в первую очередь с развитием *ценностно-мотивационного* отношения к проблеме МПС, их реализацией в учебно-воспитательном процессе школы при изучении физики, химии и биологии с целью повышения качества естественнонаучного образования. Система ценностно-мотивационных ориентаций студентов выражается в таких показателях, как мировоззренческие основы современного естествознания, необходимости формирования его у себя и своих учеников, желание освоить основные положения теории межпредметной интеграции, овладеть способами практической реализации МПС в процессе обучения школьников. Успешная реализация этого компонента возможна при иллюстрации конкретных примеров роли МПС в формировании мировоззрения студентов, связи теории с практикой, поиске способов решения не только предметно-ориентированных задач и проблемных ситуаций, но и межпредметных задач, а также благодаря участию студентов в междисциплинарных предметных проектах.

2. *Когнитивный компонент*, его основное назначение заключается в формировании предметных знаний и знаний смежных предметов. Кроме того, будущие учителя физики, химии и биологии должны овладеть определенной системой методических знаний и умений, необходимых для формирования у учащихся научного мировоззрения. К таким знаниям и умениям мы относим следующие:

1) умение осуществлять методологический анализ фундаментальных понятий, которые являются общими для цикла естественных наук;

2) умение определить систему научных знаний мировоззренческого характера для освещения их на уроках и во внеклассных формах занятий;

3) умение строить модели высокого уровня интеграции, отражающие фундаментальные принципы организации материи;

4) знание основных этапов, методических приемов и условий эффективного формирования знаний физической, химической, биологической и естественнонаучной картины мира в целом.

3. *Деятельностный компонент* – отработка практических навыков и способов деятельности по реализации МПС физики, химии и биологии на практических и ла-

бораторных занятиях, в процессе самостоятельной внеаудиторной деятельности. Деятельностный компонент характеризуется такими показателями, как:

1) умение выявлять мировоззренческие позиции учащихся в отношениях к природе и к взаимосвязи «природа – человек – общество»;

2) умение актуализировать необходимые знания смежных предметов, отбирать учебный материал межпредметного характера и использовать его в рамках своего предмета;

3) умение систематизировать и обобщать разнопредметные знания, осуществлять их перенос из одной смежной дисциплины на предмет изучения другой в рамках одного цикла, связывать с новым учебным материалом изучаемого предмета;

4) умение планировать систему методической работы по ознакомлению учащихся с основными мировоззренческими идеями своего предмета, что позволит подвести учащихся к мировоззренческим выводам о взаимосвязи и взаимодействии научных теорий и методов познания.

Формирование готовности студентов к деятельности по реализации МПС в процессе обучения школьников предметам естественного цикла предполагает апробацию сформированных теоретических знаний и методических умений в период педагогической практики в образовательном учреждении.

4. *Рефлексивный компонент* требует от будущих учителей осмысления, осознания, прогнозирования процесса и результатов деятельности по реализации МПС в обучении школьников, владения умениями и навыками самоанализа, самоконтроля, самооценки и самокоррекции своих действий, применения способности самопознания субъектом внутреннего состояния. Показателями этого компонента являются способность будущих учителей к адекватной оценке своей деятельности, осознание своей роли в формировании и развитии научного мировоззрения и диалектического стиля мышления учащихся. Развитые рефлексивные способности учителя позволяют ему не только определить свою собственную мировоззренческую позицию, но и определить основные направления профессиональной деятельности, сформировать направленность образовательного процесса на интегративное изучение предметов естественнонаучного цикла, осознавать и прогнозировать возможные затруднения в осуществлении МПС в практической деятельности. Таким образом, рефлексивные способности учителей, являясь составляющей методологической культуры, характеризуют определенный уровень развития самосознания, профессиональной компетентности, социально и профессионально обусловленных способов осознания и переосмысления содержания педагогической деятельности.

Наиболее эффективным средством формирования у студентов межпредметных умений является решение задач межпредметного содержания и выполнение заданий, требующих комплексного применения знаний смежных предметов, работа над междисциплинарными проектами и их публичная защита. При этом развитие умений происходит по нарастающей степени сложности совершаемых учащимися действий.

В процессе опытно-экспериментальной работы по формированию обобщенных межпредметных умений у студентов нами выявлен комплекс *дидактических условий,* к которым можно отнести следующие:

1) систематическое включение студентов в самостоятельную деятельность по осуществлению МПС;

2) формирование с помощью внутрипредметных связей гибких, систематизированных, мобильных знаний в качестве опорных для межпредметного синтеза и переноса знаний;

3) сочетание поэлементной отработки познавательных действий – актуализации, переноса, систематизации, обобщения и синтезированной обобщенной деятельности по установлению МПС;

4) обучение студентов обобщающей ориентировочной основе действий, включающей мотивационную, содержательную и операционную основы действия, в осуществлении межпредметного переноса и обобщения знаний;

5) переход от репродуктивных видов деятельности на основе межсистемных ассоциаций к творческим действиям, включая механизм активного продуктивного мышления;

6) включение студентов в более сложные виды деятельности при решении комплексных проблем, выполнении междисциплинарных проектов, обеспечивающих широкий перенос знании и умений из разных предметных областей и закрепление способов межпредметного обобщения и синтеза знаний и умений.

Проведенное нами исследование позволило выявить динамику числа студентов с высоким уровнем готовности к реализации межпредметных связей. Студенты

показали достаточно высокий уровень сформированности теоретических знаний и методических умений, позволяющих им организовывать процесс обучения по предметам естественнонаучного цикла на основе МПС (50–79 %); несколько в меньшей степени выражена динамика мотивационно-ценностного (45–66 %) и рефлексивного (25–59 %) компонента.

Таким образом, разработанная и апробированная на практике система методологической подготовки студентов, будущих учителей естественнонаучных дисциплин способствует формированию у них умений, достаточных для реализации межпредметных связей при организации процесса обучении в школе.

Список литературы

1. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. – М.: ВЛАДОС, 1994. – 336 с.

2. Анисимов О.С. Методологическая культура педагогической деятельности и мышления. – М.: Экономика, 1991. – 415 с.

3. Елагина В.С. Формирование у учителей естественнонаучных дисциплин умения осуществлять межпредметные связи на учебных занятиях // Наука и Школа. – 2000. – № 1. – С. 58–62.

4. Комисаров Б.Д. Методологические проблемы школьного биологического образования. – М.: Просвщение, 1991. – 160 с.

5. Максимова В.Н. Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения: кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1984. – 143 с.

6. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1989. – 263 с.

7. Швейцер А. Культура и этика: пер. с нем. – М.: Прогресс, 1973. – 344 с.

Рецензенты:

Апакаев П.А., д.п.н., профессор кафедры педагогики начального образования ГОУ ВПО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола;

Суровикина С.А., д.п.н., профессор, зав. кафедрой теории и методики обучения физике ГОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет», г. Омск.

Работа поступила в редакцию 12.04.2011.

УДК 378.036.5.

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТА К СОТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА – РЕАЛЬНОСТЬ СТАНДАРТОВ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Игнатова В.В., Кичигина А.В.

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», Красноярск, e-mail: kichigina_84@mail.ru

Рассмотрены, проанализированы и уточнены категории «профессиональная подготовка студента», «сотворческая деятельность», «компетентностный подход». Проведен анализ федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки бакалавриата в рамках различных типов профессий, по итогам которого выявлена ориентация профессиональной подготовки студентов различных направлений на развитие сотворческой деятельности, через формирование творческой компетенции и способности работать совместно.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, сотворческая деятельность, компетентностный подход

PREPARING STUDENTS FOR CO-CREATION ACTIVITY BASED ON COMPETENCY APPROACH – THE REALITY OF STANDARDS OF THE THIRD GENERATION

Ignatova V.V., Kichigina A.V.

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, e-mail: kichigina_84 @ mail.ru

The categories «student professional training», «co-creation activity», «competence approach» are reviewed, analyzed and refined in this article. The federal state educational standards in areas of training bachelor degree at the various types of professions were analyzed, the results of which revealed the orientation of student professional training on various directions for the development of co-creation activity through the formation of the creative competence and ability to work together.

Keywords: professional training, co-creation activity, competency approach

Профессиональная подготовка студента в настоящее время ведется в рамках современной образовательной доктрины. Существует несколько фундаментальных подходов, призванных обеспечить эффективное взаимодействие между участниками образовательного процесса, среди них особое место на современном этапе развития занимает компетентностный подход.

Основные положения компетентностного подхода в российском образовании нашли отражение в «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года», где ставится задача обновления профессионального образования на компетентностной основе путем усиления практической направленности профессионального образования при сохранении его фундаментальности (Байденко В., Болотов В.А., Борисенков В.П., Сериков В.В.) [10].

Актуальность компетентностного подхода заключается в том, что [7]:

– образовательный результат «компетентность» как совокупность мотивационно-ценностных, когнитивных составляющих в большей мере соответствует общей цели образования – подготовке гражданина, способного к активной социальной адаптации, самостоятельному жизненному выбору, к началу трудовой деятельности и продолжению профессионального образования, к самообразованию и самосовершенствованию [5].

– в нем соединяются интеллектуальная, навыковая и эмоционально-ценностная составляющие образования;

– содержание образования, в том числе и стандарты, должны простраиваться по критерию результативности, которая, однако, выходит за границы ЗУНов;

– «компетентность» выпускника, заложенная в образовательных стандартах, неминуемо повлечет за собой существенное изменение не только в содержании образования, но и в способах его освоения, а значит в организации образовательного процесса в целом;

– данный подход обладает ярко выраженной интегративностью, объединяя в единое целое соответствующие умения и знания, относящиеся к широким сферам деятельности, и личностные качества, обеспечивающие эффективное использование ЗУНов для достижения цели.

Внутри компетентностного подхода выделяются два базовых понятия: компетенция и компетентность, при этом первое из них «включает совокупность взаимосвязанных качеств личности, задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов», а второе соотносится с «владением, обладанием человеком соот-

ветствующей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и предмету деятельности». Данного понимания этих понятий мы будем придерживаться в нашем исследовании.

Таким образом, компетентностный подход более соответствует условиям рыночного хозяйствования, так как он предполагает ориентацию на формирование наряду с профессиональными ЗУНами (что для академического подхода – главное и практически единственное), трактуемыми как владение профессиональными технологиями, еще и развитие у обучающихся таких универсальных способностей и готовностей (ключевых компетенций), которые востребованы современным рынком труда [6]. В настоящее время компетентностный подход определяет общие позиции, на которые опирается профессиональная подготовка студента, и призван усилить недостаточную включенность в нее практической составляющей. Следует отметить, что в компетентностном подходе на одно из первых мест выходят компетенции, позволяющие человеку быть успешным в обществе, а именно умения слушания и коммуникации, а также новаторство и творчество [7].

Исходя их возросших требований, предъявляемых работодателями к творческим способностям специалиста, готовности согласованно участвовать в преобразовательной деятельности коллектива, профессиональная подготовка студента к сотворческой деятельности в контексте компетентностного подхода является профессионально значимой и социально необходимой. В то же время сотворческая деятельность как педагогическая категория имеет неоднозначные характеристики, что позволяет рассматривать ее, с одной стороны, как феномен, с другой – деятельность, несущую в себе весомый потенциал для развития у студентов важных профессиональных характеристик, обеспечивая его будущую конкурентоспособность на рынке труда. В русле набирающего силы компетентностного подхода к профессиональной подготовке студентов уместно говорить об овладении студентами творческой и коммуникативной (выражаемой в способности работать коллективно, совместно) компетенциями, которые в единстве и взаимосвязи определяют его готовность к сотворческой деятельности, профессиональные назначения которой, согласно закону синергии, превосходят простую сумму характеристик данных компетенций, а также расширяют границы феномена «сотворчество» в рамках деятельностной направленности профессиональной подготовки.

Подготовка как собирательное понятие используется, когда необходимо описать освоение опыта в целях его последующего применения для выполнения специфических задач практического, познавательного или учебного плана, обычно связанных с определенным видом деятельности. Например, термин «подготовка» используется в значениях научение – формирование готовности к выполнению предстоящих задач; наличие компетентности, знаний и умений, требуемых для выполнения поставленных задач [9]; интерпретируется в результативном аспекте – как совокупность специальных знаний, умений и навыков, позволяющих выполнить работу в определенной области деятельности; наличность знаний, умений, качеств, трудового опыта и норм поведения, обеспечивающих возможность успешной работы в определенной профессии; рассматривается как система профессионального обучения, имеющая целью ускоренное приобретение обучающимся навыков, необходимых для выполнения определённой работы, группы работ [2].

В психолого-педагогической литературе профессиональная подготовка характеризуется как двусторонний процесс сообщения обучающемуся соответствующих знаний, умений и овладение им профессиональными знаниями, умениями и навыками (Е.А. Климов), как стадия процесса профессионального становления и направлена на формирование учебно-профессиональных мотивов, социально-профессиональных знаний, умений и навыков; овладение способами решения типовых профессионально-значимых задач и заданий; развитие готовности к самостоятельно трудовой деятельности (Э.Ф. Зеер). Основными характеристиками профессиональной подготовки в вузе выступают активизация мотивации и профессиональной направленности; овладение профессиональными знаниями, умениями, навыками; развитие профессионально-значимых качеств; готовность к саморазвитию и самосовершенствованию.

Исследователи настаивают на различении понятий профессионального образования и профессиональной подготовки. Киселева О.И., проведя анализ специальной педагогической и психологической литературы (С.А. Боровикова, Т.П. Водолазская, М.А. Дмитриева, Л.Н. Корнеева, Г.С. Никифоров), констатирует, что понятие профессиональной подготовки относится к системе профессионального образования. Однако если профессиональное образование представляет собой результативный набор необходимых для профессиональной деятельности компетенций, то основным путем

получения профессионального образования является профессиональная подготовка – целенаправленно организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения соответствующими компетенциями под руководством педагогов и наставников в ходе теоретической и практической деятельности в учебных заведениях [8].

С.В. Гиннэ и В.В. Игнатова под профессиональной подготовкой будущего специалиста в вузе в педагогическом смысле понимают создание условий по целесообразному насыщению образовательного процесса вуза определенным содержанием, формами и методами, адекватно отражающими отдельные стороны профессиональной подготовки данного специалиста [3].

Таким образом, в психолого-педагогической литературе профессиональная подготовка рассматривается как процесс и как результат освоения студентом профессиональных компетенций в виде знаний, умений и способности их реализовать в новых условиях. Мы будем придерживаться процессного подхода к пониманию данного явления. Также следует отметить, что студент, овладевая компетенциями, является субъектом профессиональной подготовки, то есть самостоятельно познает, мыслит и действует в отличие от объекта, на которого направлены мысль и действие других.

Переходя к определению предмета профессиональной подготовки, следует сразу обратить внимание, что «сотворческая деятельность» – это сложносоставное понятие, использующее смысловые оттенки таких категорий, как «творчество», «деятельность». Также его важной смысловой частью является приставка «со», которая в общем смысле служит для образования существительных, прилагательных, глаголов, обозначая общее участие в чем-нибудь, совместность (например: соучастие, сопереживание, соуправление и т.д.).

Теоретический анализ работ ученых, исследующих феномен творчества (Г.А. Давыдова, Т.В. Кудрявцев, С.Л. Рубинштейн, А.Г. Спиркин, Н.И. Чангли, А.П. Шептулин, А.Т. Шумилин, М.Г. Ярошевский, Л.В. Яценко и др.), показал, что творчество сложный, комплексный, многосторонний, но в то же время согласованный, гармоничный феномен. Характеризуется зачастую двойственной природой, которая, тем не менее, находится в единстве и целостности: практическая и мыслительная деятельность по преобразованию действительности; может порождаться как самой средой, так и внутренними потребностями личности, то есть быть ее мотивационно-ценностным ориентиром. Отсюда творчество выступает как ценность и как результат преобразования объективной реальности, и проявляется как личностная характеристика.

В рамках рассмотрения категории деятельности наибольшую значимость представляют собой субъектно-деятельностная концепция С.Л. Рубинштейна, определяющая деятельность как активность субъекта, и культурно-историческая концепция Л.С. Выготского и А.Н. Леонтьева, в которой она определяется не как само отношение человека к объекту, а способ, каким это его отношение практически осуществляется человеком [1]. Мы придерживаемся точки зрения А.Н. Леонтьева на понимание деятельности, в основе которого лежит понятие действия, то есть процесса, направленного на достижение цели, предмет и мотив которого не совпадают между собой.

Далее перейдем к понятию «сотворчество», которое исследуется, рассматривается, упоминается через разнообразные позиции: В.А. Бухвалов определяет сотворчество как модель обучения, М.Н. Берулава рассматривает его как стиль, по мнению В.В. Краевского, сотворчество является особым типом проблемного обучения, предполагающий самостоятельное решение познавательных задач и применение эвристического и исследовательских методов. В.А. Кан-Калик и Н.Д. Никандров применяют понятие «сотворчество» в следующих смыслах: особая ситуация, атмосфера, модель, тип, коллективная творческая деятельность, область бесконечной разнообразной деятельности, сотрудничество. Также понятие «сотворчество» широко рассматривается исследователями в области искусства, музыки, литературы, культурологии и др. На основании анализа данных исследований приходим к выводу, что единого общепринятого определения понятия «сотворчество» в настоящее время не сложилось, что обусловливается противоречивостью и многогранностью данного педагогического феномена. Основываясь на анализе понятий творчество, деятельность и сотворчество, частично представленной в данной статье, определим сотворческую деятельность как совокупность целенаправленных, согласованных, соорганизованных действий, ориентационно-творческого, мыследеятельностного, ценностно-преобразующего характера, раскрывающихся в самой сущности творчества и новизне создаваемого продукта.

Рассматривая подготовку студента к сотворческой деятельности, нами были проанализированы федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения по направлениям подготовки бакалавриата с целью выявления места сотвор-

ческой деятельности в системе профессиональной подготовки студента. Обратимся к содержанию профессиональной подготовки в рамках различных типов профессий, уделяя внимание творческим и совместным характеристикам его деятельности.

Зеер Э.Ф. как получившую наибольшую известность в отечественной психологии отмечает классификацию профессий, разработанную Е.А. Климовым, который в соответствии с объектом труда выделяет пять типов профессий:

1) Человек – живая природа (П).

2) Человек – техника (и неживая природа) (Т).

3) Человек – человек (Ч).

4) Человек – знаковая система (З).

5) Человек – художественный образ (Х).

Эти пять типов профессий разделяют по признаку целей на три класса:

1. Гностические профессии (Г) (от древнегреч. «гнозис» – знание).

2. Преобразующие профессии (П).

3. Изыскательские профессии (И) [4].

Исходя из представленных пяти типов профессий, был проведен выборочный анализ федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по направлениям подготовки бакалавриата на предмет наличия компетенций, связанных с творческой и совместной деятельностью. Отметим, что направления подготовки выбирались случайным образом, рассматривалось лишь их характерное отношение к тому или иному типу профессий (таблица).

Характеристика компетенций, предполагающих творческую и совместную деятельность студентов по различным направлениям подготовки в контексте типов профессий

Типы профессий	Направления подготовки бакалавриата	Компетенции
Человек – Техника	Прикладная механика	Быть готовым к сотрудничеству с коллегами и к работе в коллективе (ОК-3); Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность (ОК-4); Проектировать детали и узлы…(ПК-7); Участвовать в проектировании машин и конструкций… (ПК-8); Участвовать в организации работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области прикладной механики (ПК-13)
Человек – Человек	Социальная работа	Быть готовым к сотрудничеству с коллегами, работе в коллективе (ОК-3); Быть способным к инновационной деятельности в социальной сфере… (ПК-6); Быть способным к участию в работе научных коллективов, проводящих исследования по различным направлениям обеспечения социального благополучия (ПК-21); Быть готовым к разработке инновационных социальных проектов … (ПК-32); Быть способным участвовать в пилотных проектах по созданию инновационных площадок учреждений в сфере психосоциальной, структурной и комплексно ориентированной социальной работы (ПК-33)
Человек – Живая природа	Агрономия	Готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3); Готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе; знает принципы и методы организации и управления малыми коллективами; способен находить организационно-управленческие решения в нестандартных производственных ситуациях и готов нести за них ответственность (ПК-22)
Человек – Знаковая система	Информатика и вычислительная техника	Готов к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3); Способен находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность (ОК-4); Разрабатывать интерфейсы «человек – ЭВМ» (ПК-3); Разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных (ПК-4); Разрабатывать компоненты программных комплексов и баз данных…(ПК-5)
Человек – Художественный образ	Режиссура театрализованных представлений и праздников	Готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3); Способность и готовность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность (ОК-4); Осуществлять разработку и написание драматургической основы различных театрализованных и праздничных форм, постановку концертно-зрелищных форм…, организацию художественно-творческого процесса по созданию различных театрализованных или праздничных форм (ПК-5); Готовностью к работе в творческом коллективе в целях совместного достижения высоких качественных результатов творческой деятельности, к организации творческих проектов… (ПК-13)

В представленных федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) для выбранных направлений подготовки бакалавриата, несмотря на их разнонаправленность, четко прослеживается ориентация на развитие творческих компетенций и способностей работать совместно. Причем совместная работа зачастую выносится в ряд общекультурных компетенций, тогда как различные интерпретации способностей к творческой деятельности находятся в списках профессиональных компетенций. Признавая субъективную сторону творчества как наиболее характерную (но не единственную) для системы образования, творческая деятельность в образовательных стандартах представлена проектированием, моделированием, разработкой, решением нестандартных задач, научно-исследовательской работой и т.д. Соответствующие компетенции предлагается формировать в рамках проектной, исследовательской, организационно-управленческой и других видов профессиональной деятельности. Таким образом, можно утверждать, что подготовка к сотворческой деятельности является неотъемлемым, органично интегрированным элементом в содержании профессиональной подготовки по различным направлениям, хотя и в «разобранном» на творческую и совместную деятельность виде.

Исходя из данного обобщения и сформулированного нами понятия сотворческой деятельности, можно определить смысл профессиональной подготовки студента к сотворческой деятельности как процесс формирования компетентностей, позволяющих осуществлять целенаправленные, согласованные, соорганизованные действия, ориентационно-творческого, мыследеятельностного, ценностно-преобразующего характера, и обеспечивающих возможность успешной работы в профессии.

Подводя итог вышеизложенному, можно констатировать, что результатами исследования стали в теоретическом плане – конкретизация понятия сотворческой деятельности, определение профессиональной подготовки студента к сотворческой деятельности через интеграцию таких категорий, как «подготовка», «профессиональная подготовка», «сотворческая деятельность»; в практическом – выявление однозначного присутствия в ФГОС ВПО по различным направлениям подготовки бакалавриата требований к развитию у студентов компетенций, отражающих в совокупности содержание категории сотворческой деятельности.

Список литературы

1. Агеев В.В. Деятельность как социальный феномен. – Алматы, 2004. – 289 с.

2. Бим-Бад Б.М. Педагогический энциклопедический словарь. – М., 2002. – С. 223.

3. Гиннэ С.В. Формирование базовых аналитических умений будущих инженеров-механиков: монография. – Красноярск: СибГТУ, 2007. – 256 с.

4. Зеер Э.Ф. Психология профессий. – Режим доступа http://bookw.narod.ru/zeer.htm.

5. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата современного образования // Интернет-журнал «Эйдос». – 2006. – Режим доступа http://www.eidos.ru/journal/2006/0505.htm.

6. Ибрагимов Г.И. Компетентностный подход в профессиональном образовании. – Режим доступа http://ifets.ieee.org/russian/depository/v10_i3/html/3_Ibragimov.htm.

7. Иванова Е.О. Компетентностный подход в соотношении со знаниево-ориентированным и культурологическим // Интернет-журнал «Эйдос». – 2007. – Режим доступа http://www.eidos.ru/journal/2007/0930-23.htm.

8. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности: учебное пособие / С.А. Боровикова, Т.П. Водолазская, М.А. Дмитриева, М.Н. Корнеева; под ред. Г.С. Никифорова; Санкт-Петербургский государственный университет. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1991. – 152 с.

9. Энциклопедия профессионального образования: в 3 томах / под ред. С.Я. Батышева. – М.: Ассоц. «Проф.образование», 1998 – Т.1: А-Л. – 568 с.

10. Ялалов Ф.Г. Деятельностно-компетентностный подход к практико-ориентированному образованию // Интернет-журнал «Эйдос». – 2007. – Режим доступа http://www.eidos.ru/journal/2007/0115-2.htm.

Рецензенты:

Шилова М.И., д.п.н., профессор ГОУ ВПО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» Минобразования РФ, г. Красноярск;

Нургалеев В.С., д.псх.н., профессор, зав. кафедрой педагогики и психологии профессиональной деятельности ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет» Минобразования РФ, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 22.07.2011.

УДК 517.3: 378.14

ПРИВЛЕЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА К РЕШЕНИЮ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ MATHEMATICA

Ихсанова Ф.А.

Филиал ГОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Октябрьский, e-mail: ichs195@mail.ru

В статье рассматривается проблема обучения студентов решению прикладных задач с использованием компьютерных математических систем, что позволит выработать у них устойчивые профессиональные навыки использования как математического аппарата, так и возможностей компьютерных математических систем при моделировании различных объектов производства. Фундаментальность образования в сочетании с применением информационных технологий определяет его опережающее, пролонгированное свойство по отношению к прикладным задачам практической деятельности будущего специалиста.

Ключевые слова: прикладные задачи, компьютерные математические системы

ENGAGEMENT OF STAFF TO MATHEMATICAL SOLUTION OF APPLIED PROBLEMS WITH THE HELP OF THE COMPUTER SYSTEM OF MATHEMATICAL MATHEMATICA

Ikhsanova F.A.

Branch GOU VPO «Ufa State Oil Technical University», October, e-mail: ichs195@mail.ru

In this article the problem of teaching the students of how to decide the applied problems with the use of computer mathematical systems is concerned , that will allow them to develop steady professional skills of usage either as mathematical apparatus or computer mathematical system abilities at modeling of various objects of production. Fundamental nature of education in conjunction with information technology usage also defines its advancing prolonging property in relation to applied problems of practical activities of the future specialist.

Keywords: applied problems, computer mathematical systems

Трудовая деятельность инженера всё теснее соприкасается с компьютером, использование которого при решении задач математического моделирования производственных процессов становится всё более привычным делом. При этом ресурс живого умственного труда многократно увеличивается ресурсом искусственного интеллекта, что приводит к радикальному изменению содержания трудового процесса.

Числовые и графические расчеты проникают во все области деятельности инженеров. Все эти расчёты основаны на математике – фундаментальной науке, которая в настоящее время получила мощную поддержку в виде замечательных программных продуктов, называемых компьютерными математическими системами и являющимися, по сути, компьютерными математическими средами, обладающими возможностями не только численных, но и символьных и графических вычислений, а также развитым встроенным языком программирования сверхвысокого уровня, простым в использовании. Сложившаяся ситуация приводит к проблеме модернизации математической подготовки студента в техническом вузе.

Одним из принципов государственной политики в сфере образования, зафиксированным Федеральным законом «О высшем и послевузовском образовании», является интеграция в мировую систему высшего образования системы ВПО Российской Федерации при сохранении и развитии достижений и традиций российской высшей школы.

С этой целью в сентябре 2003 года Россия присоединилась к Болонскому процессу. В аналитическом обзоре 2003 года «Реформы образования» утверждается, что в условиях глобализации мировой экономики смещаются акценты с принципа адаптивности на принцип компетентности выпускников образовательных учреждений. Совет Европы определил *пять групп ключевых компетенций*, формированию которых придается особое значение в подготовке молодежи:

- **политические и социальные** компетенции;
- **межкультурные** компетенции;
- **коммуникативная** компетенция;
- **социально-информационная** компетенция;
- **персональная** компетенция.

В их число входит проявление сопряженности личных интересов с потребностями предприятия и общества; образование должно обеспечить молодых людей межкультурными компетенциями, владением информационными технологиями, пониманием необходимости их применения,

слабых и сильных сторон, сформировать готовность к постоянному повышению образовательного уровня, потребность в актуализации и реализации своего личностного потенциала, способность самостоятельно приобретать новые знания и умения, способность к саморазвитию.

При построении федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования нового поколения вопрос о качестве подготовки специалистов свёлся к вопросу о переходе от «знаниевого», или квалификационного, подхода к компетентностному. При этом цель профессионального образования и обучения определяется как установление соответствия между содержанием обучения и характером трудовой деятельности, между знаниями, умениями, опытом, получаемым в результате освоения образовательных программ, и реальными задачами и проблемами. Различаются компетенции, приобретаемые обучающимися в вузах, и компетенции, которыми должен владеть образованный человек, который не только получил высшее образование, но и обладает опытом профессиональной деятельности.

Очевидно, при организации обучения студентов речь должна идти не только о задачах, которые возникнут в будущем в результате профессиональной деятельности, но и о тех, которые стоят в данный момент. Фундаментальность образования и определяет его опережающее свойство по отношению к прикладным задачам практической деятельности будущего специалиста. Связь прикладной и фундаментальной частей должна осуществляться через классические примеры приложений высшей математики [1].

Одним из важных направлений для повышения уровня восприятия студентами технических вузов математики и формирования их компетентностных возможностей, связанных с будущей профессиональной деятельностью, являются темы с прикладной направленностью.

Цель нашего исследования – выявить влияние компьютерной математической системы Mathematica на содержание занятий по курсу высшей математики в плане привлечения математического моделирования и решения прикладных задач.

Благодаря высокой степени адаптивности системы Mathematica к уровню подготовленности пользователя требуется лишь минимальный предварительный инструктаж студентов. Тем не менее проведению занятий по математике с использованием системы Mathematica должно предшествовать домашнее задание, заключающееся в изучении основных встроенных функций этого программного продукта. Для выполнения этого задания и получения устойчивых навыков нами использовалось специально разработанное учебно-методическое пособие, содержащее блок математических задач по одной теме, при этом задачи подбирались в порядке нарастания степени сложности и проблемности, с опорой на предыдущие задачи, то есть во взаимосвязи по способам решения.

В условиях использования системы Mathematica студенты получают возможность сосредоточиться на составлении математической модели решаемой прикладной задачи (составление дифференциального уравнения для нахождения искомой величины или её выражение в виде определённого интеграла), а сами трудоёмкие вычисления поручить компьютеру. При этом на первых порах некоторые студенты «по инерции» начинали решать задачи традиционным вычислительным способом, и дальнейшее сравнение «ручной» работы и вычислений в системе Mathematica несравнимо оживляет работу аудитории, позволяет интенсифицировать процесс обучения. Сложнейшая тема приобретает игровой момент, процесс составления математической модели проходит настолько легко, непринужденно, занятие проходит незаметно быстро, захватывая всех студентов. Однотипные рутинные вычисления, занимающие при традиционном способе решения большую часть времени, проделываются в системе Mathematica очень быстро, высвобождая учебное время для дальнейшей творческой работы. Так как возможности у студентов различны, на большом экране подводится итог решения задачи с одновременными комментариями, что позволяет студентам сверить решения, выяснить возникающие вопросы и перейти к следующей более сложной задаче.

Так за одно занятие можно рассмотреть две темы, два типа задач, например, взаимодействие различных тел и истечение жидкости из различного вида ёмкостей. По первой теме рассматриваются задачи взаимодействия стержня и материальной точки, материальной точки и полукольца, проволочного кольца и материальной точки, плоского диска и материальной точки, материальная точка и бесконечная плоскость. По второй теме – истечение жидкости из конического тела, параболического тела и других ёмкостей.

Целесообразно проведение анкетирования студентов для изучения их отношения к применению компьютерных математических систем при решении математических задач; примерное содержание анкеты:

1. С какими системами компьютерной математики вы знакомы:
   - Mathematica
   - MathCAD
   - Maple
   - MatLab

2. Как влияет использование систем компьютерной математики на содержание занятий по математике:
   - углубляет изучение материала, позволяя переходить от более простой задачи к более сложной
   - расширяет круг рассматриваемых задач
   - другие изменения

3. Считаете ли Вы овладение современными системами компьютерной математики необходимым для дальнейшей профессиональной деятельности:
   - да
   - нет
   - не знаю

4. Как, по Вашему мнению, необходимо применять современные системы компьютерной математики:
   - на практических занятиях
   - достаточно применения на лабораторных занятиях
   - не знаю

5. Как часто на практических занятиях следует работать с применением современных компьютерных математических систем:
   - постоянно
   - не всегда
   - другое

Результаты анкетирования, проведённого нами, были в пользу применения различных современных компьютерных математических систем; ни один студент не ответил, что компьютеры загромождают процесс обучения математике, более того: облегчают процесс усвоения математики и приближают возможность применения математики в прикладных задачах.

Анализ практических результатов применения компьютерных математических систем в учебном процессе позволяет сделать вывод о том, что оно:

- значительно активизирует процесс обучения, повышая уровень восприятия;
- обеспечивает экономию учебного времени и способствует приобретению навыков составления задач математического моделирования;
- позволяет переходить от более простой задачи к более сложной и более высокой по уровню применения математики и практического содержания;
- позволяет поддерживать в студентах проявление таких социально значимых качеств, как уверенность в себе, целеустремленность и настойчивость в профессиональном и личностном росте, обеспечивающую созидательно направленную деятельность;
- вырабатывает такие качества, как уверенность поведения и успешность деятельности в подготовке к самостоятельной профессиональной деятельности.

Деление математики на фундаментальную (чистую) и прикладную не может быть проведено строго. Под чистой математикой понимается та часть математики, в которой изучаются математические модели сами по себе, без связи с теми реальными явлениями (физическими, химическими, биологическими, экономическими), которые они могут моделировать. К прикладной же математике относится та часть математики, в которой изучаются математические модели, имитирующие те или иные реальные явления.

В разное время проблемой прикладной направленности обучения математике занимались как математики, так и методисты: С.С. Варданян, Г.Д. Глейзер, В.А. Гусев, Г.В. Дорофеев, Н.А. Терешин, Ю.Ф. Фоминых и другие. В трактовке Н.А. Терешина под прикладной направленностью в обучении математике понимается ориентация содержания и методов обучения на применение математики для решения задач, возникающих вне математики.

Именно с самого начала обучения математике в вузе при изучении теоретических основ следует идеологически готовить студента к численному решению задач, как к следующей, в известном смысле более сложной, ступени изучения математических моделей, и, вместе с тем, прививать ему практические навыки обращения с современной вычислительной техникой.

Обучение математическому моделированию должно входить как часть в специальное образование, а не проводиться за счет общего математического образования. Изучение математики нельзя подменять обучением составлению математических моделей. В математических курсах математическое моделирование может носить лишь иллюстративный характер [2].

С самого начала обучения математике в вузе целесообразно обращать внимание на характер доказательств различных теорем, выделяя при этом алгоритмические доказательства. Например, доказательство предложения о том, что непрерывная на отрезке функция, принимающая на концах отрезка значения разных знаков, обращается в некоторой точке в нуль, проводимое с помощью последовательного деления отрезка попо-

лам, имеет алгоритмический характер, поскольку позволяет найти указанную точку с любой степенью точности.

Однако не всякий алгоритмический процесс целесообразно использовать на практике. Большое значение для использования алгоритма при численных расчетах имеет число операций, которые надо произвести при его применении, и объем памяти компьютера, которую надо при этом использовать.

В требованиях к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата в федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования (ФГОС ВПО), утверждённом приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 января 2010 года, сказано, что в числе других общекультурных компетенций (ОК) выпускник должен обладать:

• способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

• базовыми знаниями в областях информатики и современных информационных технологий, навыками использования программных средств.

В числе профессиональных компетенций (ПК) специалисты производственно-технической деятельности должны владеть методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных задач (ПК-20).

В связи с сокращением количества часов, отводимых на математику, повышением требований к уровню математической подготовки (в частности, в плане умений составлять математические описания физических процессов, происходящих в природе) становится необходимым дать студенту представления о том, как нужно пользоваться математическим аппаратом и каким наилучшим способом можно «в первом приближении» освоить те методы, которые будущему специалисту прежде всего понадобятся.

Внедрение информационных технологий в образование приводит к существенной перестройке учебного процесса и, как следствие, к необходимости разработки соответствующего методического обеспечения использования вычислительной техники на всех уровнях образования. Однако характерной особенностью внедрения компьютерной техники в образовательный процесс является отставание методики преподавания от уровня технических решений и требований учебного процесса. Это во многом объясняется следующими причинами:

• переносом старых методических приёмов в среду новых информационных технологий, что не даёт возможности использования таких важных преимуществ компьютерной техники, как наглядность, работа с большим объёмом информации, выполнение громоздких и рутинных вычислений;

• отсутствием единства между разработчиками обучающих программ и преподавателями, активно работающими со студентами с применением новых информационных технологий.

Таким образом, необходимой составной частью информационных технологий в учебном процессе сегодня является соответствующее методическое обеспечение. Особенно важно тщательно взвесить все ценности привычных подходов к математическому образованию, пересмотреть педагогические традиции в этом направлении.

Информационные технологии, применяемые в математике, должны помочь вдумчивому студенту неформально овладеть средствами математики и попробовать применять эти средства в задачах физики и техники.

Важным условием формирования профессиональных компетенций у бакалавра явились практические занятия, мастер-классы по математическому моделированию классических задач прикладного характера (рисунок).

Мастер-класс включает в себя учебно-методическую деятельность, ориентированную на стимулирование самостоятельного изучения явлений, практических задач классического содержания. Учебно-исследовательская работа включает следующие структурные элементы:

1) постановка задачи;

2) поиск, анализ, обработка информации;

3) формирование математической модели;

4) решение этой задачи средствами компьютерной математической системы;

5) оценка результатов данной опытно-экспериментальной работы в виде практического занятия-конференции.

В результате изложенного можно сделать вывод о необходимости более широкого привлечения студентов к решению прикладных задач с использованием компьютерных математических систем, что позволит выработать у них устойчивые профессиональные навыки привлечения математического аппарата, компьютерных математических систем при моделировании различных объектов производства.

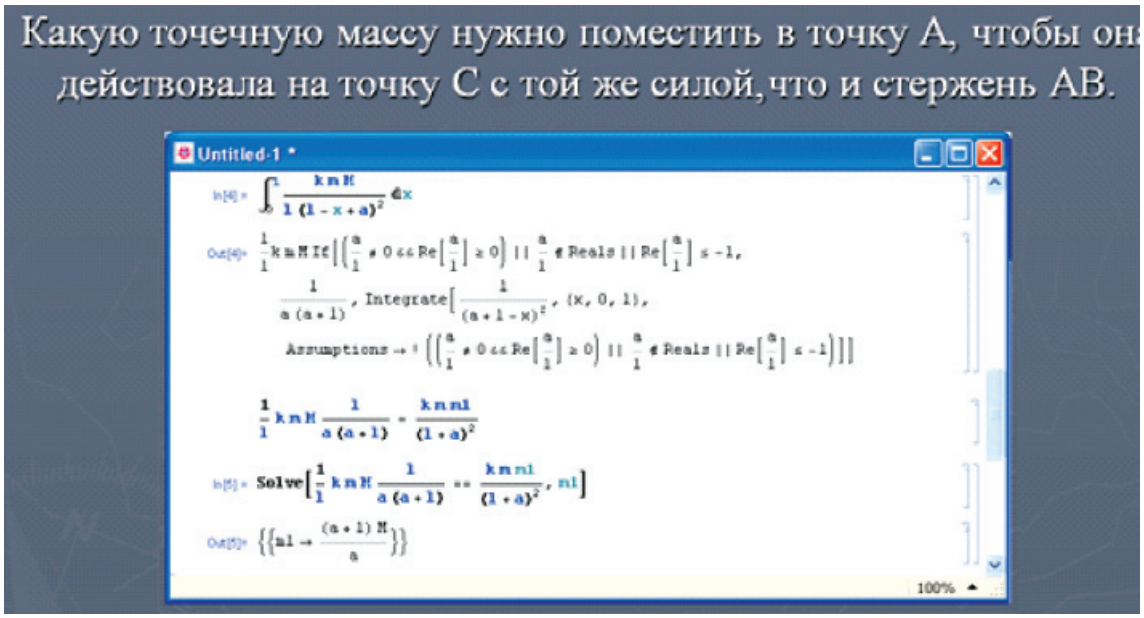


Иллюстрация проведения мастер-классов по теме «Решение прикладных задач с помощью определенного интеграла»

Математическое моделирование заслуживает особенного внимания, поскольку оно играет все большую роль во многих областях современной науки и техники, являясь мощным и экономически выгодным средством как для проведения научных исследований, так и для выполнения самых разнообразных экспериментальных и конструкторских работ. Например, использование математических моделей при проектировании самолетов и кораблей и расчет их на ЭВМ экономически во много раз выгоднее создания экспериментальных образцов.

Список литературы

1. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих. – М.: Физматлит, 2010. – 520 с.

2. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы прикладной математики. – М.: Лань, 2002. – 592 с.

3. Кудрявцев Л.Д. Мысли о современной математике и ее изучении / Л.Д. Кудрявцев. – М.: Наука, 1977. – С. 112.

4. Капустина Т.В. Компьютерная система Mathematica 3.0 для пользователей. – М.: СОЛОН-Р, 1999. – 240 с.

5. Сенашенко В.С. О компетентностном подходе в высшем образовании // Высшее образование в России. – 2009. – №4. – С. 18–24.

Рецензенты:

Капустина Т.В., д.п.н., профессор кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Елабужского государственного педагогического университета; г. Елабуга;

Гуторов Ю.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой информационных технологий, математики и естественных наук, филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском, г. Октябрьский.

Работа поступила в редакцию 24.06.2011.

УДК 371. 01: 373

ПРИНЦИПЫ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАТИВНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Никитина Е.Ю., Мишанова О.Г.

ГОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», Челябинск, e-mail: elenaurievna@bk.ru

Статья представляет собой целостное обоснование принципов научно-методической концепции педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников в курсе «Русский язык» начального общего образования. В содержании статьи раскрываются методические принципы концепции педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников на трёх уровнях: а) общепедагогические принципы обучения младших школьников; б) принципы, отражающие идеи теории педагогического управления; в) принципы осуществления коммуникативного образования младших школьников.

Ключевые слова: педагогические закономерности, методические принципы

SCIENTIFICALLY AND METHOGICAL PRINCIPLES CONCEPTION PEDAGOGICAL OF CONTROL METHODS OF COMMUNICATIVE EDUCATION OF SCHOOLBOYS

Nikitina E.Y., Mishanova O.G.

State Educational Institution of Higher Professional Education (SEI HPE) Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: elenaurievna@bk.ru

The article presents the analysis of psychological and pedagogical literature on the problem of communicative education of schoolboys. The integration of personality orientation, semiotic and hermeneutic basis has been selected as a methodological regulator of the research. The model pedagogical of control methods of communicative education of schoolboys developing has been designed on the basis of the mentioned approaches, as well as pedagogical environmental complex of its effective realization.

Keywords: pedagogical statutes, methogical principles

Социокультурные изменения, происшедшие в России в течение последних лет, привели к решительному пересмотру места и роли русского языка в жизни общества. Это проявляется и в том, что русский язык не перестаёт изучаться ни взрослыми, ни детьми. Роль русского языка в образовании не исчерпывается тем, что он расценивается в наше время как одна из необходимых дисциплин, он объективно является общественной ценностью, поэтому его изучение – социальный заказ общества.

В требованиях результатов освоения основной образовательной программы Федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования второго поколения коммуникативные универсальные учебные действия относятся к метапредметным (надпредметным), обеспечивающим овладение ключевыми компетенциями и межпредметными понятиями, составляющим основу умения учиться.

В содержании предметной области – филологии в начальном общем образовании выделены следующие основные задачи: формирование первоначальных представлений о единстве и многообразии языкового и культурного пространства России, о языке как основе национального самосознания; развитие диалогической и монологической устной и письменной речи, коммуникативных умений, нравственных и эстетических чувств, способностей к творческой деятельности.

Предметные результаты освоения младшими школьниками основной образовательной программы начального общего образования по русскому языку должны отражать:

1) понимание обучающимися того, что язык представляет собой явление национальной культуры и основное средство человеческого общения, осознание значения русского языка как государственного языка Российской Федерации, языка межнационального общения;

2) сформированность позитивного отношения к правильной устной и письменной речи как показателям общей культуры и гражданской позиции человека;

3) овладение первоначальными представлениями о нормах русского и родного литературного языка (орфоэпических, лексических, грамматических) и правилах речевого этикета; умение ориентироваться в целях, задачах, средствах и условиях общения, выбирать адекватные языковые средства для успешного решения коммуникативных задач;

4) овладение учебными действиями с языковыми единицами и умение использовать знания для решения познавательных, практических и коммуникативных задач.

Традиционная для российского образования методика преподавания русского языка, обеспечивающая на достаточно высоком уровне владение навыками чтения и глубокое знание грамматики и орфографии, в настоящее время не способна выполнить требования социального заказа, т.к. современные тенденции выражаются в необходимости владения в совершенстве устной разговорной речью и культурологическими знаниями, составляющими коммуникативную компетенцию личности. Это диктует необходимость разработки и внедрения в учебный процесс новых концепций, стратегий и технологий, обеспечивающих качественное овладение языком и речью.

Изучая русский язык в школе, учащиеся овладевают социокультурными знаниями, навыками и умениями, коммуникативными умениями, языковыми знаниями, приобретают навыки оперирования языковыми средствами общения, используют формулы речевого этикета, выражающие определенные коммуникативные намерения, приобретают продуктивные и рецептивные фонетические навыки, приобретают продуктивный грамматический минимум и продуктивные и рецептивные лексические навыки. Методические принципы коммуникативного образования отражают педагогические закономерности, которые лежат в основе достижения целей образования.

Основными педагогическими закономерностями концепции педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников являются:

1. Коммуникативное образование представляет собой непрерывный процесс функционирования целостной системы, базирующейся на динамике поэтапно-концентрического расширения объема приобретенных коммуникативных знаний, навыков и умений.

2. Коммуникативное образование носит деятельный характер, максимально приближаясь к естественной деятельности человека. Эта закономерность реализуется в личностно ориентированном подходе, активизации умственных и нравственно-волевых усилий ученика.

3. Коммуникативное образование базируется на активности учащегося в обучении, неразрывно связано с комплексной мотивацией, объединяющей познавательные потребности, интересы, увлечения, эмоции, установки и идеалы каждого ученика, а также стремление познать самого себя и другого в общении, что составляет смысл учения.

4. Коммуникативное образование позволяет учащемуся овладевать языком осознанно, что предполагает осмысление учащимися языкового материала в единстве его формы и функции.

5. Коммуникативное образование имеет личностно ориентированную направленность, что предполагает соответственный стиль общения учителя с учеником.

6. Коммуникативное образование имеет коммуникативную направленность, что предполагает использование языка как средства общения, достижение учащимися определенного уровня коммуникативной компетенции.

7. Коммуникативное образование предполагает одновременное и взаимосвязанное коммуникативное и социокультурное развитие учащегося.

8. Коммуникативное образование предполагает взаимосвязанное обучение всем видам речевой деятельности (говорение, слушание, чтение и письмо) как способам осуществления речевого общения, но при условии дифференцированного подхода к каждому из них.

Таким образом, нами выделены педагогические закономерности, которые могут быть реализованы в концепции педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников:

– процесс овладения языком и речью как активная деятельность младшего школьника, адекватная его мотивам, интересам, индивидуальным особенностям и способностям, а также психологическим возможностям;

– становление коммуникативно-развитой языковой личности посредством педагогического управления учебной деятельностью учащихся через организацию личностно ориентированного общения, что позволяет максимально реализовать скрытые личностные и познавательные резервы учащихся и оптимально организовать формирование у учащихся коммуникативных умений;

– интеграция предметов начальной школы с целью формирования коммуникативно-развитой языковой личности способствует согласованному развитию речевых умений в различных ситуациях устного или письменного общения;

– наличие «коммуникативного ядра», гарантирующего формирование основных речевых, интеллектуально-речевых и коммуникативных навыков и умений, необходимых и достаточных для дальнейшего ов-

ладения языком и преодоления различных барьеров при его усвоении.

Следовательно, коммуникативное образование мы определяем как процесс и результат становления коммуникативно-развитой языковой личности в ходе обучения, воспитания и развития.

На первом этапе, проектируя концептуальную модель педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников, мы следовали важнейшему требованию, которое заключается в том, что основу любой модели составляют принципы, определяющие и формулирующие её цели. Поэтому моделирование рассматриваемого процесса осуществлялось на основе соотнесения функциональных и организационно-педагогических принципов – системы основных требований к построению образовательного процесса, соблюдение которых обеспечивает решение стоящих перед ним задач. К функциональным относятся принципы полноты частей системы, стремления системы к идеальности, поэтапного развития, технологичности и гибкости. Возможность использования функциональных принципов в нашем исследовании обосновывается принципом «универсальности» (А.М. Уголев и др.), который позволяет рассматривать любую природную закономерность как потенциально всеобщую, имеющую проявления в других принципиально отличных системах.

Процесс формирования коммуникативно-развитой языковой личности будет осуществляться успешно в рамках целостной научно-методической концепции педагогического управления коммуникативным образованием, ядром которой выступают педагогические закономерности и методические принципы концепции:

а) общепедагогические принципы обучения младших школьников;

б) принципы, отражающие идеи теории педагогического управления;

в) принципы осуществления коммуникативного образования младших школьников, а также целостная модель коммуникативного образования.

Данная концепция обеспечивает оптимальное соотношение практического владения языком, в том числе за счет развития культурно-речевых умений и организации деятельности учащихся, прежде всего, коммуникативной и творческой как наиболее актуальных видов деятельности.

Анализ научной литературы (М.Т. Баранов, Н.Ф. Гоноболин, А.Б. Добрович, В.А. Кан-Калик, Т.А. Ладыженская, А.В. Мудрик, Н.И. Формановская, Л.А. Шкатова и др.), обобщение эффективного педагогического опыта, собственная практическая деятельность в качестве учителя начальных классов позволили сформулировать методические принципы построения концепции педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников, к числу которых мы относим:

1) *общепедагогические принципы обучения младших школьников*:

– *принцип кроссдисциплинарности*, когда содержание одной дисциплины накладывается на содержание других дисциплин того же иерархического уровня и создает предпосылки для фундаментализации ее основ;

– *принцип преемственности* традиций формирования коммуникативно-развитой языковой личности со структурой и содержанием инноваций современного коммуникативного образования;

– *принцип ориентированности*, предполагающий способность человека ориентироваться в мире (или в образе мира) и действовать (или вести себя) в соответствии с результатами коммуникативной ориентировки и с интересами и ожиданиями других людей, социальных групп, общества и человечества в целом. Другими словами, этот принцип, – своего рода, указатель оптимального и в то же время нормативного способа действий в мире и понимания мира, а также границ и факторов, определяющих выбор такого оптимального способа среди нормативных;

2) *принципы, отражающие идеи теории педагогического управления*:

– *принцип фасилитации* образовательного процесса – это принцип педагогического управления продуктивностью коммуникативного образования (обучения, воспитания и развития) субъектов за счет особого стиля общения и качеств личности педагога, человека, облегчающего проявление инициативы и взаимодействия обучающихся, содействующим процессу их личностного развития и самореализации;

– *принцип менеджмента комплексности*, предполагающий сочетание целевого, функционального и линейного педагогического управления. Данный принцип устанавливает педагогическое взаимодействие в двух направлениях: управляемый переход от деятельности в учебной ситуации к деятельности в жизненной ситуации, который означает обеспечение перехода от сиюминутной, ситуативной ориентировки к поиску и использованию внеситуативных ориентиров, к использованию системы знаний как «универсальной» ориентировочной основы. Второе направление

предполагает управляемый переход от совместной с педагогом учебно-познавательной деятельности к самостоятельной деятельности ученика и означает, что основная цель общего образования – сделать ученика готовым к самостоятельному ориентированию и активной деятельности в реальной действительности;

– *принцип витагенности*, предполагает в педагогическом управлении коммуникативным образованием младших школьников опору на жизненный опыт личности, построенный на актуализации (востребовании, преобразовании) информации, отражающей витагенный опыт личности, находящейся в области его долговременной памяти и с последующим использованием ее в образовательных целях, которую человек использует в новых для него условиях. Специфика учёта витагенной информации заключена в трех основных позициях: первая не связана с организованным процессом обучения и представляет собой самонакопление информации; вторая позиция – это основной способ ее получения, а именно, ретроспективный анализ личностью жизнедеятельности. Третья имеет не только вспомогательную, но и самостоятельную образовательную функцию.

3) *принципы осуществления коммуникативного образования младших школьников*:

– *принцип поликультурности*, способствующий развитию младшего школьника как коммуникативно-развитой языковой личности через воспитание человека культуры, приверженного общечеловеческим ценностям, впитавшего в себя богатство культурного наследия прошлого своего народа, способного и готового осуществлять межличностное общение на основе сотрудничества его участников в достижении целей культурно-речевого взаимодействия;

– *принцип идентификации (персонификации)*. Идентификация – устойчивое отождествление себя со значимым другим, стремление быть похожим на него. В младшем школьном возрасте преобладает образно-эмоциональное восприятие действительности, развиты механизмы подражания, эмпатии, способность к идентификации. В этом возрасте выражена ориентация на персонифицированные идеалы – яркие, эмоционально привлекательные образы людей (а также природных явлений, живых и неживых существ в образе человека), неразрывно связанные с той ситуацией, в которой они себя проявили. Персонифицированные идеалы являются действенными средствами нравственно-коммуникативного воспитания ребёнка.

– *принцип полисубъектности* вытекает из понимания того, что сущность человека значительно богаче, разностороннее и сложнее, чем его деятельность. В современных условиях процесс коммуникативного образования личности имеет полисубъектный, многомерно-деятельностный характер. Младший школьник включён в различные виды социальной, информационной, коммуникативной активности, в содержании которых присутствуют разные, нередко противоречивые ценности и мировоззренческие установки. Деятельность различных субъектов коммуникативного образования при ведущей роли образовательного учреждения должна быть по возможности согласована с целями, задачами и ценностями развития и воспитания обучающихся на ступени начального общего образования;

– *принцип диалогичности* рассматривается, в первую очередь, как «нацеленность на собеседника». Формирование коммуникативно-развитой языковой личности младшего школьника невозможно без активного вовлечения обучающегося в диалог, т.к. это развивает способность четко и ясно излагать свои мысли во взаимодействующих отношениях субъект-субъектных связей, природе отношений «ученик-учитель», «ученик-ученик», «учитель-автор», «ученик-автор». В результате работы данного принципа младшие школьники приобретут умения учитывать позицию собеседника (партнёра), организовывать и осуществлять сотрудничество с учителем и сверстниками, адекватно воспринимать и передавать информацию, отображать предметное содержание и условия деятельности в сообщениях, важнейшими компонентами которых являются тексты.

Разрабатываемая научно-методическая концепция педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников направлена на становление коммуникативно-развитой языковой личности, под которой мы понимаем совокупность способностей и характеристик человека, обусловливающих создание и восприятие им речевых произведений (текстов), которые различаются: определённой целевой направленностью; степенью структурно-языковой сложности; глубиной и точностью отражения действительности. Следовательно, тексты, представляющие собой любые устные и письменные высказывания монологического и диалогического характера, могут служить характеристикой коммуникативно-развитой языковой личности.

Процесс формирования коммуникативно-развитой языковой личности будет осуществляться успешно в рамках целостной научно-методической концепции педагогического управления коммуникативным образованием младших школьников, ядром которой выступают педагогические закономерности и методические принципы.

Список литературы

1. Брудный А.А. Понимание и общение. – М.: Просвещение, 2000. – 243 с.

2. Зинченко В.П. Образование, культура, сознание // Философия образования для XXI века. – М.: Логос, 2002. – 168 с.

3. Никитина Е.Ю. Педагогические управления коммуникативным образованием студентов вузов: перспективные подходы / Е.Ю. Никитина, О.Ю. Афанасьева. – М.: МАНПО, 2006. – 154 с.

4. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения // Начальная школа / [сост. Е.С. Савинов]. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 2010. – 204 с. – (Стандарты второго поколения).

Рецензенты:

Афанасьева О.Ю., д.п.н., доцент ГОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск;

Волчегорская Е.Ю., д.п.н., профессор, зав. кафедрой педагогики, психологии и преметных методик ГОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 04.05.2011.

УДК 371.134:378.22

О ГОТОВНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА К ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ

Орешкова С.П., Ерцкина Е.Б.

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Абакан, e-mail: oreshcovasp@inbox.ru

Обучение в техническом вузе должно подготовить студентов к активным действиям в непредвиденных профессиональных, организационных и других проблемных ситуациях. Выпускник вуза с квалификацией бакалавр должен самостоятельно, быстро и экономно находить и использовать новые научные данные, организовывать новые исследования, пользоваться всеми современными источниками информации, а также видеть, понимать, теоретически обосновывать и практически решать профессиональные задачи, т.е. обладать определенными интеллектуальными и профессиональными компетенциями. В статье рассматривается готовность преподавателя технического вуза к организации учебной деятельности по формированию профессиональных компетенций бакалавров в совокупности теоретической и практической готовности. Рассмотрены и определены компоненты готовности преподавателя, приведены рекомендуемые темы семинаров, отображены результаты исследования.

Ключевые слова: готовность преподавателя, профессиональные компетенции, формирование компетенций, учебная деятельность, теоретическая готовность, практическая готовность, организация учебной деятельности

ABOUT READINESS OF A TECHNICAL HIGHER SCHOOL TEACHER FOR THE BACHELORS PROFESSIONAL COMPETENCE FORMATION

Oreshkova S.P., Ertskina E.B.

Khakass Technical Institute, branch of FSAEE HPE «Siberian Federal University», Abakan, e-mail: oreshcovasp@inbox.ru

Training in technical higher school should prepare students to activity in unforeseen professional, organizational and other problematic situations. A graduate with bachelor qualifications must find and use new scientific data independently, quickly and economically, to organize new research, using all the modern sources of information, as well as to see, understand, theoretically confirm and practically solve professional problems, i.e., to have certain intellectual and professional competences. There considered the readiness of a higher school teacher for the education activity organization on the bachelors professional competence formation including and practical aspect. There are consideration and definition of the readiness components of the teacher; the recommended themes of seminars are given, the results of research are shown.

Keywords: readiness of the teacher, professional competence, competence formation, educational activity, theoretical readiness, practical readiness, the organization of educational activity

Происходящие в жизни современного российского общества изменения требуют качественного преобразования характера и содержания образования, повышения уровня социально-профессиональной мобильности, конкурентоспособности выпускников вузов для различных сфер производственной деятельности.

Профессиональное образование на данном этапе – это подготовка бакалавров, прежде всего, которая должна быть направлено на удовлетворение потребности экономики региона в кадровом потенциале. В последнее время функционирование системы профессионального образования, а также структура и качество производимого этой сферой трудового капитала вызывают серьезные нарекания работодателей. Этой проблемой озабочены не только работодатели, но и руководители страны. Президент России Дмитрий Медведев 11 марта 2011 г. в республике Хакасия на встрече с инженерно-техническими работниками Саяно-Шушенской ГЭС и завода «РУСАЛ-Саяногорск» заявил о намерении уделить внимание популяризации инженерных специальностей. Как заявил Д. Медведев, модернизация страны зависит в первую очередь от инженеров и представителей точных наук. «Без квалифицированных инженеров у нашей страны нет будущего», – убежден президент [3].

Такая ситуация требует переосмысления ключевых методологических подходов к проектированию и реализации образовательного процесса в профессиональной высшей школе. В подготовке бакалавров главенствующую роль приобретает ориентация на компетентную личность, что позволяет существенно облегчить адаптацию выпускников в профессиональной среде, повысить ее конкурентоспособность. Сегодня востребованными являются компетентные специалисты и бакалавры, способные эффективно работать в динамично развивающихся социально-экономических условиях.

Обучение в техническом вузе должно подготовить студентов к активным действиям в непредвиденных профессиональных, организационных и других проблемных ситуациях. Выпускник вуза с квалификацией бакалавр должен самостоятельно, быстро и экономно находить и использовать новые научные данные, организовывать новые исследования, пользоваться всеми современными источниками информации, а также видеть, понимать, теоретически обосновывать и практически решать профессиональные задачи, т.е. обладать определенными интеллектуальными и профессиональными компетенциями.

Вопрос о формировании компетенций часто обсуждается в различных источниках информации, например Осипова С.И., Ерцкина Е.Б в своей работе пишут, что «в содержание образования включаются предметы, формирующие компетентности будущей профессиональной деятельности, имеющие междисциплинарный, интегрированный характер, что позволяет готовить выпускников к инженерной деятельности в меняющихся условиях профессиональной среды» [2]. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 150400.62 «Металлургия» (квалификация (степень) «бакалавр») предусматривает требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата в виде сформированности определенных компетенций: общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК). Рассмотрим некоторые компетенции, относящиеся к научно-исследовательской деятельности из блока профессиональных компетенций (включающий 25 видов):

– иметь способности к анализу и синтезу (ПК-18);

– уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-19);

– уметь использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-20);

– уметь использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-21);

– уметь выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-22) [5].

В современной системе образования должны быть созданы условия для развития личности обучающегося, его индивидуальности и творческих способностей, для формирования рассматриваемых компетенций, приобретения опыта практической деятельности в различных сферах, для самоопределения и самореализации, но нельзя не учитывать и то, что одним из важных условий для формирования набора компетенций бакалавров является готовность преподавателя для этой деятельности. В техническом вузе существует проблема педагогической подготовки преподавательского состава, особенно для преподавателей специальных дисциплин, т.к. профессорско-преподавательский состав, за редким исключением, не имеет педагогического образования. В основном это преподаватели, имеющие техническое образование и занимающиеся научной деятельностью в технических областях. Поэтому организация процесса формирования профессиональных компетентностей требует специальной подготовки преподавателей технических вузов.

Преподаватель как ведущая фигура образовательной деятельности определяет учебную деятельность студента. Каждая дисциплина учебного плана предъявляет свои требования к обязательным образовательным результатам: знаниям, умениям, навыкам, компетентностям. По мнению И.Ф. Харламова, педагог исполняет роль организатора и руководителя учебной деятельности обучаемых, ответственного за эффективность их личностного развития и продуктивность овладения знаниями, навыками и умениями. Учащиеся, в свою очередь, выполняют роли, которые продиктованы необходимостью опоры на его опыт и профессиональное мастерство [7].

Осознание студентами способов деятельности по освоению учебного материала в контексте формирования определенной компетенции как обобщенных способов учебной деятельности предполагает использование интерактивных, диалоговых форм взаимодействия участников образовательного процесса в совместной деятельности (выявление и обсуждение со студентами разных точек зрения, подходов, взглядов на тот или иной факт, ситуацию, событие, концепцию, что позволяет развивать умения, формулировать, обосновывать, аргументировать свою точку зрения; вовлечение студента в выработку общих и личных задач деятельности, форм взаимодействия; предоставление возможности выбора своей позиции, уровня заданий, задач; развитие способности анализировать и оценивать качество совместной деятельности, её результаты и границы, личное участие и достижение), что приводит к формированию способности студентов к «выдвижению

новых целей учения и целей, связанных с содержанием усвоенной деятельности по структурированию учебного материала, а также реализации личных позиций в партнерстве» Это позволяет развивать позитивную мотивацию, за счет:

● эмоциональной вовлеченности и сопричастности;

● пробуждения потребности в поисковой, исследовательской деятельности, потребности преодоления трудностей и личных открытий;

● взаимодействия с другими участниками образовательного процесса;

● самоутверждения, достижения общего и личного успеха.

Привлечение в совместной деятельности специальных учебных ситуаций формирует способность студентов и преподавателей к вычленению проблем этой деятельности, вырабатывать задачи, выбирать способы их решения, осуществлять и анализировать совместную деятельность, что позволит её индивидуализировать для преподавателя и студента [4].

Для того чтобы преподаватели смогли организовать учебную деятельность по формированию компетенций, необходимо подготовить их к этой деятельности. Обеспечение готовности преподавателей к организации совместной деятельности по формированию компетенций, достигается за счет теоретического (информационного) и практического (операционально-деятельностного) блоков, обеспечивающих освоение ими теоретических знаний (о сущности и значимости определенной компетенции); и практических навыков по организации совместной деятельности по освоению определенных умений и навыков для освоения необходимой компетенции, относящейся к изучаемой дисциплине на основе использования возможностей различных активных форм учебных занятий.

Структура готовности человека к любой деятельности включает мотив, знания и умения. Готовность преподавателя к организации учебной деятельности по формированию компетенций, опираясь на исследования В.А. Адольфа, будем представлять в совокупности *теоретической и практической готовности* [1].

Теоретическая готовность педагога к профессиональной деятельности предполагает сформированность у него аналитических умений: расчленять педагогическое умение на составные элементы (условия, причины, мотивы, стимулы, средства, формы проявления и пр.); осмысливать каждое педагогическое явление во взаимосвязи со всеми компонентами педагогического процесса; находить в психолого-педагогической теории основания, выводы, закономерности, адекватные логике рассматриваемого явления; диагностировать педагогическое явление; вычленять основную педагогическую задачу (проблемы) и находить способы её оптимального решения [1]. Однако исследование уровня готовности преподавателей показало, что преподаватели не готовы к организации деятельности по формированию компетенций, что приводит к необходимости повысить уровень готовности преподавателя к формированию компетенций. Был проведен выборочный опрос среди преподавателей ХТИ – филиала СФУ, который показал, что 45 % преподавателей мало знакомы с педагогическим приемами формирования различных умений и компетенций и редко используют в своей работе педагогические технологии и активные методы обучения, 23 % − эпизодически используют элементы того или иного метода, 32 % − используют один из способов активного обучения. Поэтому мы должны поднять уровень готовности преподавателя к формированию компетентностей.

Практическая готовность педагога в структуре его профессиональной компетентности выражается во внешних (предметных) умениях – умениях педагогически действовать.

«Универсальным» умением педагога, обеспечивающим успех его профессиональной деятельности, является умение решать профессиональные задачи. Оно включает в себя четыре группы деятельностных умений:

– *целеполагающие* (умение переводить педагогические цели на язык профессиональных учебно-познавательных задач, умение строить иерархическую систему задач – стратегических, тактических оперативных);

– *содержательные* (умение проектировать, моделировать, конструировать педагогический процесс и его компоненты);

– *реализующие* (организационные, коммуникативные);

– *исследовательские* (умение исследовать, рефлексия результатов деятельности, оценивание педагогического процесса и его корректировка). Данные умения проявляются в процессе практической деятельности и позволяют выявить уровень сформированности различных компетенций. Перечисленные умения позволяют определять уровень готовности преподавателя к профессиональной деятельности [1].

Основным фактором, влияющим на процесс профессионального становления педагога, является специально организованное образование, которое может реали-

зовываться в разных формах: как специального, для которого выделяется место и время (семинары, организационно-деятельностные игры); как ситуативного, реализуемого в различных рабочих ситуациях через процессы рефлексии; как актуального, когда образовательный результат какой-либо деятельности становится новым средством собственной деятельности [1].

Для обеспечения готовности преподавателей к работе со студентами по формированию компетенций, осознания ими мотивационно-ценностного, информационного и деятельностного аспекта работы, в условиях работы вуза наиболее приемлемым из способов, по нашему мнению, является организация проблемно-аналитических семинаров. В рамках этих семинаров определяется обновление деятельности преподавателя, целенаправленно осуществляющего формирование определенной компетенции, ориентация учебной деятельности студента на:

– выделение составных элементов (клеточек) содержания учебного материала (фактов, идей, понятий, законов, принципов);

– установление существенных свойств (сторон) элементов и существенных связей между ними;

– формирование умения распознавания явлений, их упорядочивание, систематизацию и организацию учебного материала в целостную структуру;

– организацию учебной деятельности, в которой ориентированной основой выступает сформированная структура учебного материала.

Готовность преподавателя к осуществлению деятельности по формированию компетенций определяется пониманием преподавателем значения компетенций для эффективного осуществления учебной деятельности; знанием состава формируемой компетенции, основных уровней сформированности компетенций, требований, которым должна удовлетворять деятельность студентов в соответствии с требованиями стандарта, использование возможностей различных форм учебных занятий для активизации деятельности по формированию компетенций.

Учебная деятельность в контексте формирования, например, профессиональные компетенции (ПК), становится качественно иной за счет расширения цели учебной деятельности по конкретному блоку учебного материала, добавлением к ней цели формирования ПК. При этом в структуре учебной деятельности, ориентированной на формирование компетенций, выделяются исполнительные учебные действия учащихся, организуемые преподавателем через (рассмотрим на примере ПК-18, внутреннее наполнение которой, может включать умение структурировать теоретический материал):

– первичное ознакомление с новым умением или его восприятия, которое представляет собой действия уяснения содержания данного умения;

– отработку умения структурировать теоретический материал;

– овладение новым действием, применение его в новых условиях.

Для нашего исследования мы определили, что готовность преподавателя к формированию компетенций определяется мотивационно-ценностным, информационным, деятельностным и рефлексивно-оценочным компонентами.

Для обеспечения готовности преподавателей ставились задачи:

1. Мотивировать преподавателя к организации совместной со студентами деятельности по формированию компетенций.

2. Конкретизировать педагогический смысл процесса формирования определенной компетенции как целенаправленного процесса, способствующего пониманию и признанию значимости данной компетенции.

3. Повышать информационный компонент готовности к целенаправленной деятельности преподавателей по формированию компетенций через освоение ими теоретических оснований педагогических инноваций этого процесса:

– *мотивационно-ценностный* (понимание и признание значимости формирования компетенций для эффективного осуществления учебной деятельности по его усвоению);

– *когнитивный* (знание основных принципов, активных способов и форм проведения занятий);

– *процессуально-деятельностный* (усвоение структуры деятельности по формированию компетенций и опыта ее применения в практической деятельности);

– *рефлексивно-оценочный* (осуществление анализа качества выполнения действий и операций (осознанность, полнота, последовательность, правильность, обобщенность);

4. Обновить деятельностный компонент готовности преподавателей предметников к целенаправленному формированию компетенций за счёт:

– понимания сущности формируемой компетенции, как умения по разработке ориентировочной основы учебной деятельности по её усвоению, расширяющей её познавательные и творческие возможности, повышающие интерес и мотивацию учения;

– расширения цели учебной деятельности по конкретному блоку учебного матери-

ала добавлением к ней цели формирования компетенций;

– ориентации учебной деятельности учащегося на выделение составных элементов (клеточек) содержания учебного материала (фактов, идей, понятий, законов, принципов); установление существенных свойств (сторон) элементов и существенных связей между ними; формирование умения распознавания явлений, их упорядочивание, систематизацию и организацию учебного материала в целостную структуру.

Организация учебной деятельности студентов, в структуре которой выделяются исполнительные учебные действия учащихся, организуемые преподавателем через:

– первичное ознакомление с формируемой компетенцией или её восприятие, которое представляет собой действие уяснения содержания компетенции;

– овладение формируемой компетенцией, применение её в новых условиях.

На основе анализа психолого-педагогической литературы по проблеме готовности педагога к учебной деятельности мы определили компоненты готовности преподавателя к формированию компетенций и их критерии.

Для подготовки преподавателей к работе со студентами по формированию компетенций, осознания ими мотивационно-ценностного аспекта нами использовались проблемно-аналитические семинары, условно подразделяемые в соответствии с их целями и задачами на два типа:

1. Разъясняющие и ориентирующие педагогов на устойчивую целевую мотивацию к деятельности по формированию компетенций.

2. Методические, на которых рассматривались и обсуждались вопросы организации учебной деятельности по формированию компетенций.

Темы для обсуждения на проблемно-аналитических семинарах ориентировались на повышение теоретической и практической готовности преподавателей в мотивационном, информационном и деятельностном компонентах, согласовывались с преподавателями и определялись наиболее проблемные.

В таблице представлен рекомендуемый перечень тем проблемных семинаров для формирования профессиональных компетенций.

Программа проведения проблемно-аналитических семинаров для формирования профессиональных компетенций (ПК)

Наименование темы семинара	Вопросы для обсуждения	Компонент	Час
1. Профессиональные компетенции – как показатель освоения учебной дисциплины	1. Анкетирование – как диагностика мотивации для формирования ПК. 2. Значимость ПК в процессе обучения в вузе. 2. ПК − как сложное обобщенное метаумение, включающее в себя комплекс учебно-познавательных умений	Мотивационно-ценностный	2
2. Интеллектуальная составляющая профессиональных компетенций	1. Структурирование теоретического материала как одна из составляющих ПК. 2. Составляющие действия в процессе формирования ПК	Информационный	3
3. Целенаправленная работа преподавателя по формированию у студентов учебно-познавательных умений, входящих в состав ПК	1. Учебная деятельность – как функциональное пространство формирования ПК	Информационный	3
4. Требования к деятельности студентов по формированию ПК.	1. Первичное ознакомление с ПК, восприятие, действия по уяснению содержания ПК	Информационный	3
5. Организация совместной деятельности преподавателя и студента в контексте формирования ПК	1. Характеристика моделей совместной деятельности. 2. Анализ функций преподавателя и студента в условиях формирования ПК	Информационный	3
6. Использование возможностей различных форм учебных занятий для реализации деятельности по формированию ПК.	1. Активные методы обучения при формировании ПК. 2. Использование возможностей различных форм учебных занятий для активизации деятельности учащихся по структурированию теоретического материала	Деятельностный	3
7. Применение критериально-оценочного аппарата для диагностики формирования ПК	1. Обоснованность критериев формирования ПК. 2. Применение критериев для определения уровня формирования ПК	Деятельностный	3

В работе семинаров принимали участие преподаватели графических дисциплин, специальных дисциплин (Материаловедение, Физико-химические процессы в литейном производстве, Термическая обработка отливок и др.) всего 15 чел.

Для оценки деятельностного компонента готовности преподавателей к целенаправленному формированию ПК был проведен первый контрольный срез. Преподавателям было предложено прокомментировать необходимость формирования ПК, ответить на вопросы теста на знание и понимание сущности компетенций и способов формирования ПК. 62% преподавателей оказались не готовы к деятельности по формированию ПК. После окончания проведения проблемных семинаров, по темам, указанным выше, был проведен второй контрольный срез, который выявил динамику уровня готовности преподавателей к формированию компетенций.

В данной работе рассмотрен только один из аспектов формирования компетенций в процессе обучения – готовность преподавателя к этой деятельности, но сегодня нельзя не учитывать и возможность формирования компетенций и в самостоятельной работе студента. Положительное влияние новых компьютерных информационных технологий на качество профессионального образования создаёт условия для повышения творческого и интеллектуального потенциала обучаемого за счет самоорганизации, стремления к знаниям, умения взаимодействовать с компьютерной техникой, самостоятельного принятия ответственных решений [6]. Это способствует формированию необходимых компетенций, обозначенных в стандарте направлений бакалавриата для студентов технического вуза, что обеспечивает качество подготовки выпускников вуза и в дальнейшем должно помочь им осознанно и грамотно определять индивидуальную траекторию образования, что, несомненно, скажется на личном профессиональном росте.

Список литературы

1. Адольф В.А. Инновационная деятельность педагога в процессе его профессионального становления: монография / В.А. Адольф, И.Ф. Ильина. – Красноярск: Поликом, 2007. − 192 с.

2. Ерцкина Е.Б. Формирование проектно-конструкторской компетентности студентов – будущих инженеров в образовательном процессе / Е.Б. Ерцкина, С.И. Осипова – Сибирский педагогический журнал. – Новосибирск: НГПУ, 2007. – №14. – С. 154–160.

3. Медведев взялся за инженеров. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: trud.ru › article/11-03-2011/259899_ medvedev.

4. Прозументова Г.Н. Методические основания Школы совместной деятельности // Школа совместной деятельности: концепция, проект, развития / под ред. Г.Н. Прозументовой. − Томск, 1997 − 24 с.

5. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 150400 металлургия (квалификация (степень) «бакалавр») приказ от 16 декабря 2009 г. №734.

6. Формирование исследовательских компетенций студентов в процессе самостоятельной учебной работы в техническом вузе / М.М. Гладышева, В.Д. Тутарова, А.В. Польщиков; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова [Электронный ресурс].– режим доступа: http: //www.hetoday. org/arxiv/ VOS/3 _2010/24_26.pdf.

7. Харламов И.Ф. Педагогика: учеб. пособие.− 4-е изд., перераб. доп.. – М.: Гардарики, 2000.− 519 с.

Рецензенты:

Гафурова Н.В., д.п.н., профессор кафедры педагогики профессионального обучения Института цветных металлов и золота Сибирского федерального университета, г. Красноярск;

Осипова С.И., д.п.н., профессор, зав. кафедрой «Высшая математика-3» Института фундаментальной подготовки ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 24.06.2011.

УДК 53.681.3 (076.5)

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ РАБОТЫ ДИССИПАТИВНЫХ СИЛ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ СИЛЫ ТРЕНИЯ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Ревинская О.Г., Кравченко Н.С.

ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, e-mail: ogr@tpu.ru

Предложена модель экспериментального исследования особенностей работы силы трения, как неконсервативной силы. Учитывая связь модуля силы трения с силой реакции опоры, показано, что подтвердить зависимость работы неконсервативной силы не только от длины, но и от вида траектории, по которой движется тело, возможно, если исследовать движение тела по поверхности, угол наклона по отношению к горизонту которой различен в разных точках. Несмотря на то, что аналитические расчеты работы силы трения в этом случае оказываются, как правило, весьма затруднительными, использование закона сохранения энергии для определения работы силы трения позволяет детально изучить работу этой силы на участках траектории различной длины и формы. Выполнение подобных исследований в рамках лабораторного практикума способствует формированию более глубоких представлений о различиях между консервативными и неконсервативными силами в физике.

Ключевые слова: физическая модель, консервативные и неконсервативные силы, работа силы трения, закон сохранения энергии, компьютерная лабораторная работа

TECHNIQUE OF EXPERIMENTAL STUDYING OF WORK DISSIPATIVE FORCES ON AN EXAMPLE OF WORK OF FORCE OF A FRICTION AND ITS REALIZATION ON THE COMPUTER

Revinskaya O.G., Kravchenko N.S.

National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, e-mail: ogr@tpu.ru

The model of an experimental research of features of work of force of a friction, as nonconservative force is offered. Considering communication of the module of force of a friction with force of reaction of a support, it is shown what to confirm dependence of work of nonconservative force not only on length, but also on the trajectory on which the body moves, probably, if to investigate body movement on a surface, the angle of slope in relation to which horizon is distinguished in different points. Despite that analytical calculations of work of force of a friction in this case appear, as a rule, rather inconvenient, use of the law of conservation of energy for definition of work of force of a friction allows to study in details work of this force on sites of a trajectory of various length and the form. Performance of similar researches within the limits of a laboratory practical work promotes formation of deeper representations about distinctions between conservative and nonconservative forces in the physicist.

Keywords: physical model, conservative and nonconservative forces, work of force of a friction, the law of conservation of energy, computer laboratory work

Понятие консервативной и неконсервативной силы относится к числу фундаментальных понятий курса общей физики, которое вводится в механике. Принципиальное отличие консервативных и неконсервативных сил состоит в характере работы, совершаемой ими при движении тела по некоторому участку траектории. В отличие от консервативных сил, работа которых зависит только от начального и конечного положения тела, работа неконсервативных сил зависит также от длины и формы траектории, по которой движется тело. Одним из типовых примеров неконсервативных сил является сила трения скольжения. Рассчитав работу силы трения при движении тела по плоскости (наклонной или горизонтальной), традиционно делают вывод, что работа силы трения прямо пропорциональна длине пути, пройденного телом [1]. Данный частный случай не позволяет показать зависимость работы силы трения от формы траектории. В результате у студентов формируются упрощенные представления о влиянии силы трения на работу различных конструкций и механизмов и о возможности корректного учета этого влияния. Это объясняется тем, что при движении по плоскости в любом направлении сила реакции опоры, а следовательно, и сила трения скольжения является константой.

Чтобы показать, что работа силы трения скольжения зависит не только от длины, но и от формы траектории, необходимо изучать движение тела в таких условиях, когда сила реакции опоры в различных точках траектории будет различной. Этим требованиям соответствует, например, движение тела по окружности в вертикальной плоскости.

Физическая модель

Пусть тело шарообразной формы массой m имеет сквозное отверстие, проходящее через диаметр. Через это отверстие пропущена стальная направляющая, по которой тело может скользить с трением.

Направляющая закреплена на вертикальной опоре и состоит из двух участков: прямолинейного и кругового радиусом R (рис. 1). Направляющая обеспечивает движение тела по фиксированной траектории в вертикальной плоскости. На одном конце прямолинейного участка направляющей расположена пружина с жесткостью k. В начальный момент тело располагается вплотную к пружине. Сжимая пружину на некоторую величину Δx и удерживая возле нее тело, можно сообщить системе начальную энергию. Когда тело и пружину перестают удерживать, тело под действием силы упругости начинает двигаться. Когда пружина полностью распрямится, сила упругости перестает действовать на тело. Так как тело не соединено с пружиной, оно продолжает двигаться по инерции вдоль направляющей.

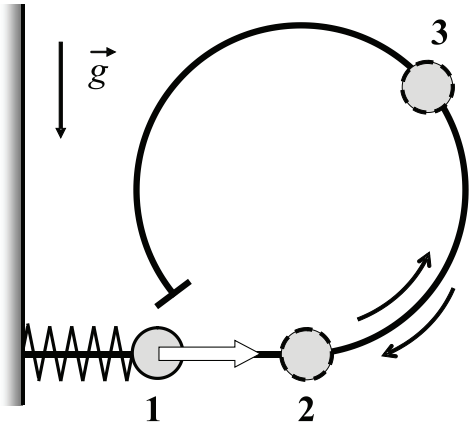


Рис. 1. Физическая модель

В зависимости от того какой энергией обладала система в начальный момент времени, тело может: подняться на некоторую высоту по круговому участку направляющей и начать скатываться вниз; подняться до наивысшей точки направляющей; преодолеть наивысшую точку направляющей и начать скатываться вниз по противоположной стороне кругового участка направляющей. На всем пути движения действует сила трения.

Пусть энергии сжатой пружины достаточно, чтобы тело поднялось по круговому участку направляющей на некоторую высоту (меньше наивысшей точки направляющей) и скатилось вниз по той же стороне кругового участка направляющей, по которой оно поднималось. Рассмотрим движение тела (см. рис. 1) из точки 1 (начальное положение тела) до точки 3 (точка наивысшего подъема на высоте h_{max}). В начальный момент, в точке 1 тело покоится, поэтому его полная механическая энергия E_1 в этой точке равна потенциальной энергии сжатой пружины (потенциальную энергию силы тяжести в этой точке приняли за ноль):

$$E_1 = U_1 = k\frac{\Delta x^2}{2}.$$

В точке 3 скорость тела также равна нулю. При движении по круговому участку сила упругости на тело не действует. Следовательно, полная механическая энергия E_3 системы в точке 3 равна потенциальной энергии силы тяжести

$$E_3 = U_3 = mgh_{\max}.$$

Обозначим работу силы трения на участке траектории между точками 1 и 3 как A. Тогда согласно закону сохранения полной механической энергии

$$E_3 - E_1 = A.$$

Учитывая, что диссипативные силы [2] приводят к потерям энергии, $E_1 > E_3$

$$E_1 - E_3 = |A| \quad \text{или} \quad U_1 - U_3 = |A|.$$

Таким образом, зная сжатие пружины Δx в начальный момент времени и максимальную высоту h_{max}, на которую поднялось тело по круговому участку направляющей, можно рассчитать работу силы трения. Однако направляющая, по которой движется тело, имеет два участка: прямолинейный, на котором сила реакции опоры, а следовательно, и сила трения постоянна, и круговой, в каждой точке которого сила реакции опоры будет разной. Следовательно, необходимо рассмотреть работу силы трения на каждом участке.

Работа силы трения скольжения

Сила трения скольжения $F = \mu|N|$ всегда направлена в сторону, противоположную движению, поэтому работа силы трения всегда отрицательна

$$A = \int_1^3 (\vec{F}\cdot d\vec{r}) = -\mu\int_1^3 |N|\cdot dr,$$

где μ – коэффициент трения, $|N|$ – модуль силы нормального давления $\vec{N}$ тела на опору, который по третьему закону Ньютона равен модулю силы реакции опоры $\vec{R}_{on}$: $\vec{N} = -\vec{R}_{on}$ или $|N| = |R_{on}|$.

При движении по *горизонтальному прямолинейному участку направляющей* длиной L сила реакции опоры $\vec{R}_{on}$ направлена вертикально вверх (рис. 2*а*) и одинакова во всех точках. Следовательно, $|N| = mg$. Тогда работу силы трения на этом участке (между точками 1 и 2) можно записать как

$$A_{\text{пр}} = -\mu\int_1^2 |N|\cdot dr = -\mu\int_0^L mg\cdot dl = -\mu mgL.$$

То есть работа силы трения при движении по прямолинейному участку направляющей прямо пропорциональна длине пути, пройденного телом.

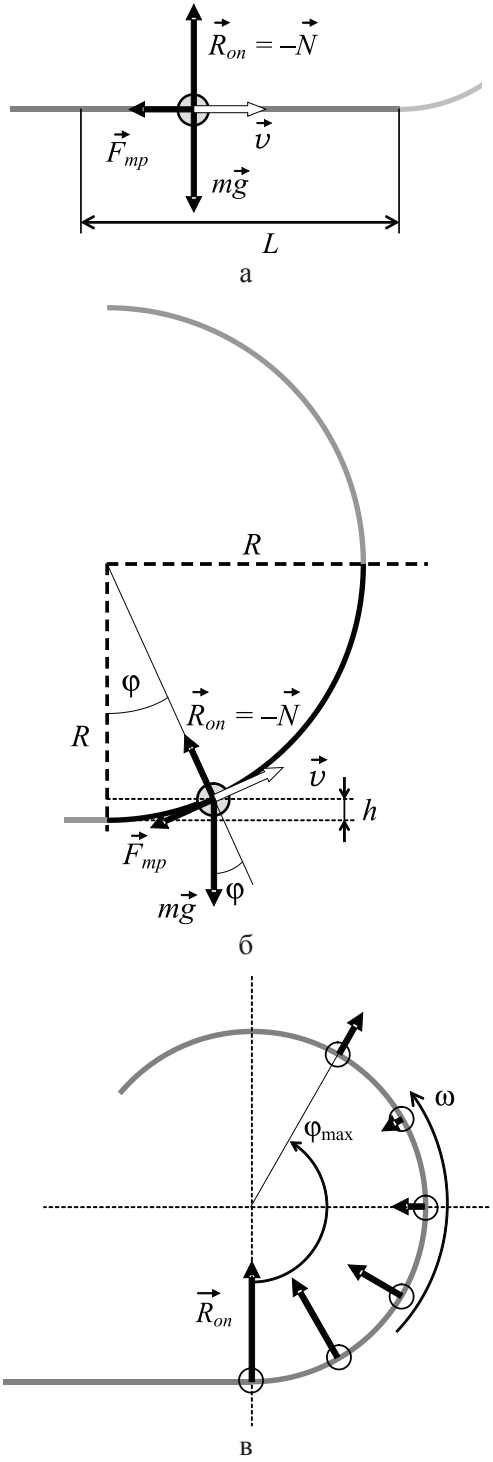


Рис. 2. Сила реакции опоры

При движении по *круговому участку направляющей* сила реакции опоры $\vec{R}_{on}$ направлена вдоль радиуса окружности (к центру или от него). Положение тела на окружности (рис. 2б) удобно задавать в полярных координатах R и φ (R – радиус окружности, φ – полярный угол, за нулевое значение которого примем положение, когда тело переходит с прямолинейного участка направляющей на круговой – самое нижнее положение на круговом участке направляющей).

Чтобы определить модуль силы реакции опоры $|R_{on}|$, запишем второй закон Ньютона $m\vec{a} = \sum \vec{F}$ в проекции на радиальное направление (в полярных координатах):

$$mR\omega^2 = R_{on} - mg\cos\phi,$$

где $\omega = \dfrac{d\phi}{dt}$ – угловая скорость движения тела по окружности, $R\omega^2 = R\left(\dfrac{d\phi}{dt}\right)^2$ – центростремительное ускорение, $R = \text{const}$ – радиус окружности; сила трения направлена по касательной, перпендикулярно радиусу, поэтому ее проекция на радиальное направление равна нулю.

Тогда сила реакции опоры равна

$$R_{on} = m(R\omega^2 + g\cos\phi).$$

Сила реакции опоры зависит не только от полярного угла φ, но и от угловой скорости ω, с которой движется тело. Так как тело движется по направляющей, то сила реакции опоры может быть направлена как к центру окружности, так и в противоположную сторону (рис. 2в). Тогда работа силы трения между точками 2 ($h = 0$, $\varphi = 0$) и 3 ($h = h_{max}$, $\varphi = \varphi_{max}$) на круговом участке направляющей равна

$$A_{кр} = -\mu\int_2^3 |N|\cdot dr = -\mu m\int_2^3 \left|R\omega^2 + g\cos\phi\right|\cdot dr.$$

Переходя к интегрированию по углам $dr = R\,d\varphi$, получим:

$$A_{кр} = -\mu m\int_2^3 \left|R\omega^2 + g\cos\phi\right|\cdot dr =$$

$$= -\mu mR\int_0^{\phi_{max}} \left|R\omega^2 + g\cos\phi\right|\cdot d\phi,$$

Обозначив интеграл

$$I = \int_0^{\phi_{max}} \left|R\omega^2 + g\cos\phi\right|\cdot d\phi = \int_0^{\phi_{max}} \left|R_{on}/m\right|\cdot d\phi,$$

работу силы трения можно записать в виде

$$A_{кр} = -\mu\, mRI.$$

Чтобы рассчитать интеграл I, необходимо знать зависимость угловой скорости от полярного угла $\omega = \omega(\varphi)$. Эту зависимость можно получить либо из второго закона Ньютона в проекции на орт полярного

угла, либо из экспериментальных данных. И в том, и в другом случае задача сводится к численному интегрированию.

Если зависимость $\omega = \omega(\varphi)$ известна, то интеграл

$$I = \int_0^{\phi_0} \left| R_{on} / m \right| \cdot d\phi$$

можно рассчитать на отрезках $[0, \varphi_0]$ разной длины, и, следовательно, определить работу силы трения на круговом участке при разной длине пройденного пути.

Рассмотрим, как можно определить работу силы трения на круговом участке направляющей по экспериментальным данным.

Экспериментальное изучение работы силы трения

Для численного расчета интеграла I необходимо из эксперимента получить зависимость полярной угловой координаты тела от времени $\varphi = \varphi(t)$ при подъеме тела по круговому участку траектории как совокупность значений φ_i в различные моменты времени t_i. На основе этой зависимости можно определить среднюю угловую скорость тела ω на различных участках траектории

$$\omega = \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \omega_{\text{ср}_i} \approx \frac{\Delta\phi_i}{\Delta t_i} = \frac{\phi_i - \phi_{i+1}}{t_i - t_{i+1}}$$

и среднее значение проекции силы реакции опоры на радиальное направление, отнесенное к массе тела, на разных участках траектории

$$\left(R_{on} / m\right)_{\text{ср}_i} = R\omega^2_{\text{ср}_i} + g\cos\phi_{\text{ср}_i},$$

где $\phi_{\text{ср}_i} = \frac{1}{2}(\phi_i + \phi_{i+1})$.

Если моменты времени t_i выбраны так, что все Δt_i малы, то согласно методам вычислительной математики интеграл I можно приближенно (численно) рассчитать как

$$I \equiv \int_0^{\phi_{\max}} \left| R_{on} / m \right| d\phi \approx \sum_i \left| R_{on} / m \right|_{\text{ср}_i} \cdot \Delta\phi_i.$$

Таким образом, экспериментально измерив зависимость $\varphi = \varphi(t)$, из закона сохранения полной механической энергии и численного расчета интеграла I можно определить коэффициент трения μ между телом и направляющей:

$$\mu = \frac{|A|}{mgL + mRI} = \frac{\frac{k\Delta x^2}{2m} - gh_{\max}}{gL + RI}.$$

По тем же экспериментальным данным, рассчитав интеграл

$$I = \int_0^{\phi_0} \left| R_{on} / m \right| \cdot d\phi$$

на интервале от 0 до φ_0 (меньше точки наивысшего подъема тела $\varphi_{\max}$), можно получить зависимость $A_{\text{кр}} = A_{\text{кр}}(L_\varphi)$ работы силы трения от длины пути, пройденного телом по круговому участку L_φ. Учитывая характер изменения силы реакции опоры (рис. 2в) на круговом участке направляющей, следует ожидать, что эта зависимость будет носить нелинейный характер.

Компьютерная модель экспериментальной установки и результаты исследования

Предложенная методика исследования работы силы трения скольжения реализована авторами в виде компьютерной лабораторной работы «Работа и энергия» (рис. 3). В работе можно экспериментировать с телами разной массы, изготовленными из различного материала. Набор пружин разной жесткости позволяет сообщить системе начальную энергию, достаточную для подъема тела по направляющей на максимально возможную высоту.

Работа выполняется в два этапа. На первом этапе получают экспериментальную зависимость угловой координаты тела на круговом участке направляющей от времени $\varphi = \varphi(t)$, на основе которой получают зависимости от полярной угловой координаты для угловой скорости $\omega = \omega(\varphi)$ и силы реакции опоры. На рис. 4,а приведен пример экспериментально полученной зависимости проекции силы реакции опоры от полярной угловой координаты тела при подъеме тел разной массы (0,5 и 0,2 кг) по круговому участку направляющей. На основе этой зависимости можно выполнить численное интегрирование и рассчитать коэффициент трения между телом и стальной направляющей.

Чтобы получить экспериментальную зависимость $\varphi = \varphi(t)$, в работе в области эксперимента расположен датчик высоты, синхронизованный с секундомером. Секундомер включается автоматически, когда убирают механизм, удерживающий тело и сжатую в начальном состоянии пружину. Когда тело пересекает уровень, на котором установлен датчик высоты, секундомер выключается. Располагая датчик на разных высотах, можно получить зависимость высоты подъема тела по направляющей от времени. Каждой высоте соответствует определенный полярный угол. Благодаря этому экспериментально получают зависимость угловой координаты тела от времени $\varphi = \varphi(t)$.

Из приведенной на рис. 4*а* экспериментальной зависимости проекции силы реакции опоры R_{on} при движении по кругово-

му участку направляющей видно, что сила реакции опоры меняет направление при приближении к наивысшей точке направляющей ($\varphi \to 180°$). Эта зависимость используется для численного расчета интеграла I и определения коэффициента трения, который в опытах с телом, сделанным из алюминия, получается равным 0,183.

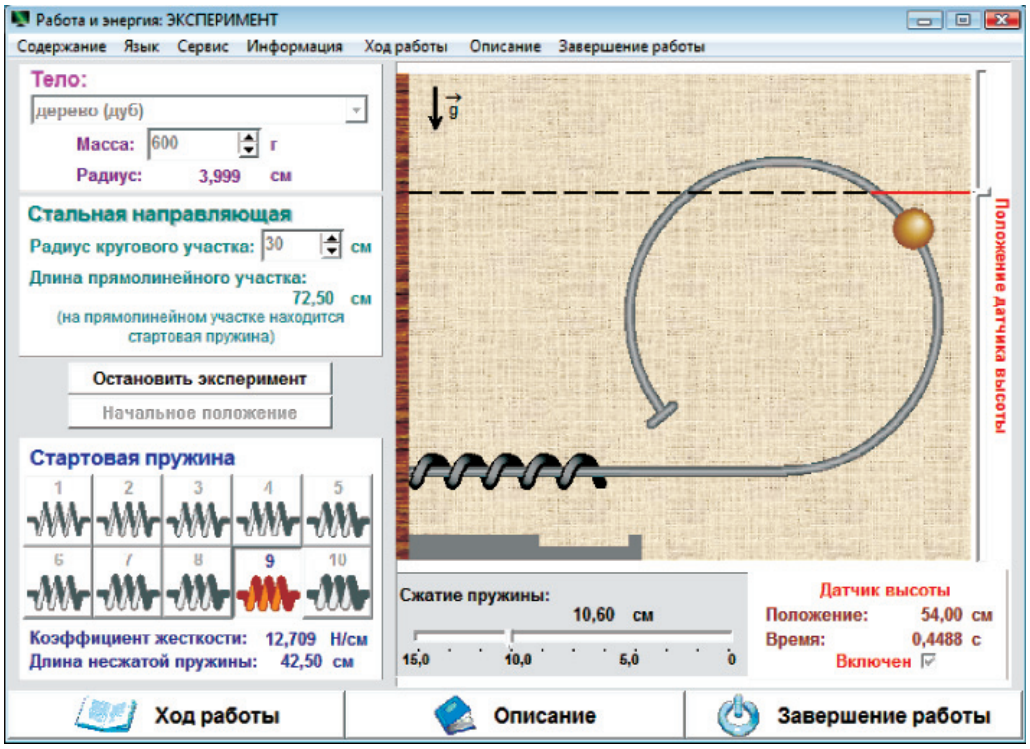
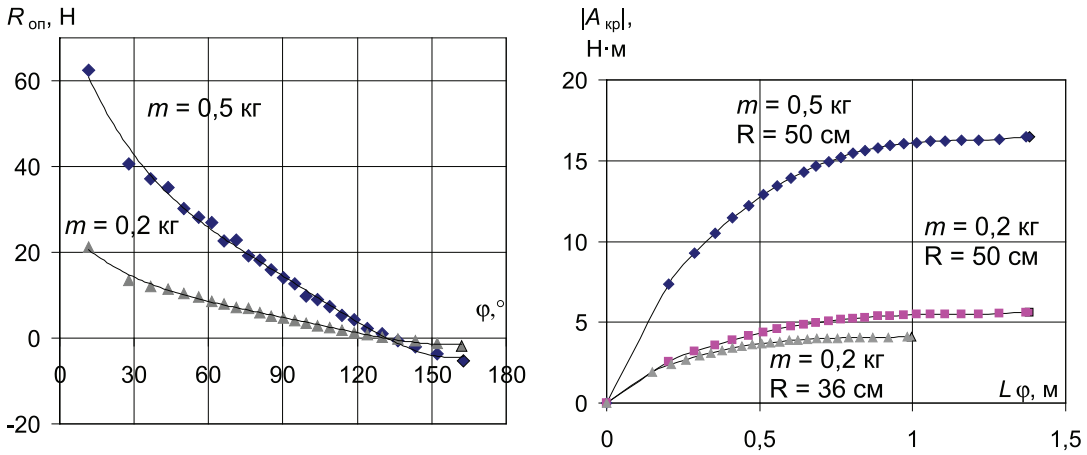


Рис. 3. Компьютерная лабораторная работа «Работа и энергия»



а б

Рис. 4. Результаты исследований:
а – зависимость силы реакции опоры от угла подъема тела; б – зависимость модуля работы силы трения на круговом участке направляющей от длины пути

На втором этапе изучают, как работа силы трения при подъеме по круговому участку направляющей до остановки зависит от длины траектории и ее формы (радиуса) для тел различной массы. На рис. 4,б приведены результаты исследования зависимости модуля работы силы трения от длины пути, пройденного телом по круговому участку направляющей. Исследования проводились для тел разной массы, сделанных из полиуретана. Графики наглядно демонстрируют нелинейный характер зависимости работы силы трения скольжения от пути пройденного телом, в то время как на прямолинейном участке направляющей эта зависимость является линейной.

Анализ зависимостей $A_{кр} = A_{кр}(L_ф)$ для направляющих разного радиуса (особенно в сравнении с линейным характером зависимости $A_{пр} = -\mu mgL$ на линейном участке направляющей) позволяет убедиться, что работа неконсервативных сил зависит как от длины, так и от формы траектории, по которой движется тело. Трудоемкость расчетов и исследований в данной работе наглядно демонстрирует, как трудно учесть влияние силы трения в реальных установках. Реализация предложенной методики исследования в виде компьютерной лабораторной работы позволила обосновать возможность и методическую актуальность создания аналогичной натурной лабораторной работы.

Данная работа выполняется студентами в рамках лабораторного практикума по курсу общей физики, содержательно и методологически дополняя имеющийся на кафедре теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета набор натурных лабораторных работ. Данная работа входит в комплекс лабораторных работ по изучению моделей физических процессов и явлений на компьютере [3], который разрабатывается на кафедре с 2002 г. В настоящее время комплекс включает 25 лабораторных работ. Опыт преподавателей кафедры показывает, что введение в лабораторный практикум по общей физике работ по изучению фундаментальных физических моделей позволяет уже на младших курсах познакомить студентов с моделированием физических процессов как с одним из методов познания окружающего мира. Компьютерные лабораторные работы по изучению идеальных физических моделей существенно расширяют спектр проблем, изучаемых студентами в рамках лабораторного практикума, стимулируя создание новых натурных работ [4]. Сопоставление натурных экспериментальных исследований с исследованиями моделей изучаемых в этих экспериментах явлений позволяет раскрыть их внутреннюю взаимосвязь и методологическую цельность в научных исследованиях, закладывая необходимую основу для дальнейшей научно-исследовательской работы студентов.

Список литература

1. Леденев А.Н. Физика // В 5 кн. Кн.1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 240 с.

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. – Т. 1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005. – 560 с.

3. Revinskaya O.G., Kravchenko N.S. Studying of theoretical models of the physical phenomena and processes on the computer in a laboratory practical work // Journal of International Scientific Publication: Educational Alternatives. – 2010. – Vol. 8, Part 2. – P. 51–59.

4. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Новые физические опыты как основа развития лабораторного практикума в вузе // Современный физический практикум: материалы XI Международной учебно-методической конференции, Минск, 12-14 октября 2010 г. – Минск: Издательский центр БГУ,– 2010. – С. 102–104.

Рецензенты:

Румбешта Е.А., д.п.н., профессор кафедры общей физики ГОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет», г. Томск;

Демкин В.П., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой общей и экспериментальной физики ГОУ ВПО «Томский государственный университет», г. Томск.

Работа поступила в редакцию 05.07.2011.

УДК 378.14: 37.014

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Соколова Н.А.

Институт систем комплексной автоматизации, Москва, e-mail: sokolovanataliya@gmail.com

На основе вероятностно-статистического метода анализа состояния учебного процесса в высшем учебном заведении показано, что для оптимизации структуры системы высшего образования с целью повышения качества подготовки специалистов может быть использован принцип поэтапности обучения с ветвлением. Ветвление позволяет после каждого этапа обучения выделять однородные по уровню освоения учебных дисциплин студенческие подсистемы и на основе повышения степени индивидуализации обучения обеспечивать наилучшие условия для реализации потенциальных возможностей каждого учащегося.

Ключевые слова: вероятностно-статистический метод, система высшего образования, оптимизация, поэтапность обучения, ветвление

PROPOSITIONS FOR OPTIMIZATION OF HIGHER EDUCATION STRUCTURE

Sokolova N.A.

Institute of integrated automation systems, Moscow, e-mail:sokolovanataliya@gmail.com

It is shown on the basis of probabilistic-statistical method of higher education process analysis, that gradual education structure with branching could be used to optimize higher education structure and as a result to improve specialist training. Branching allows to separate homogeneous subsystems after each stage of educational process and provide best conditions for realization of student potentialities by increasing degree of individualization in higher education.

Keywords: probabilistic-statistical method, system of higher education, optimization, gradual education, branching

Темпы социально-экономического развития общества во многом определяются качеством системы образования, которая в настоящее время является либерально-консервативной. В основе консерватизма системы образования лежат идеи сохранения культурных традиций и преемственности в организации учебного процесса и методологии преподавания. Успехи происходящей в России либерализации политической, экономической и социальной жизни не мыслимы без либеральных реформ системы образования. О необходимости проведения таких реформ много говорилось ещё в восьмидесятых годах прошлого столетия в СССР. В 1988 году в работе [1] была предложена альтернативная структура системы непрерывной подготовки высшими учебными заведениями специалистов высокой квалификации, суть которой состояла в переходе на поэтапное обучение с ветвлением после каждого этапа. Результаты работы [1] докладывались на Всесоюзных научных конференциях [2, 3].

Данная работа посвящена исследованию вероятностно-статистическим методом состояния учебно-воспитательного процесса в высшем учебном заведении, обоснованию эффективности принципа поэтапного обучения с ветвлением и выработке по результатам этих исследований рекомендаций по оптимизации двухуровневой системы высшего образования, внедряемой в настоящее время в Российской Федерации в соответствии с Болонским соглашением.

Основы вероятностно-статистического метода

В работе [1] предложена вероятностно-статистическая модель учащегося, получившая дальнейшее развитие в [4, 5]. В соответствии с этой моделью индивидуум в процессе обучения идентифицируется функцией распределения (плотностью вероятности), определяющей вероятность нахождения его в той или иной области информационного пространства. Это обусловлено тем, что человеческому знанию присущи элементы случайности [6].

В работе [4] на основе закона сохранения вероятности записана система дифференциальных уравнений, представляющих собой уравнения непрерывности, которые связывают изменение плотности вероятности за единицу времени в информационном пространстве координат и кинематических величин различных порядков с дивергенцией потока плотности вероятности в рассматриваемом пространстве. В случае, когда плотность вероятности зависит только от координаты и времени, уравнение непрерывности может быть записано в следующем виде:

$$\frac{\partial\Psi(\sigma;t)}{\partial t}+\frac{\partial<\dot{\sigma}>}{\partial\sigma}\Psi(\sigma;t)+<\dot{\sigma}>\frac{\partial\Psi(\sigma;t)}{\partial\sigma}=0,$$

где $\Psi(\sigma; t)$ – функция распределения; σ – координата; t – время; $<\dot{\sigma}>$ – средняя скорость, зависящая в общем случае от координаты.

Решая данное дифференциальное уравнение методом Фурье [4], получим общее аналитическое выражение для функции распределения в виде суперпозиции волн, распространяющихся в информационном пространстве:

$$\Psi(\sigma;t)=\int_0^{\infty}\frac{C_1(\omega)}{<\dot{\sigma}>}\exp\left[+i\omega\left(t-\int\frac{d\sigma}{<\dot{\sigma}>}\right)\right]d\omega+$$

$$+\int_0^{\infty}\frac{C_2(\omega)}{<\dot{\sigma}>}\exp\left[-i\omega\left(\tau-\int\frac{d\sigma}{<\dot{\sigma}>}\right)\right]d\omega,$$

где $C_1(\omega)$ и $C_2(\omega)$ – постоянные интегрирования, зависящие от частоты ω, и нормированные на единичный интервал ω; $i=\sqrt{-1}$ – мнимая единица.

Для определения конкретного вида функции распределения $\Psi(\sigma; t)$, характеризующей поведение индивидуума в процессе обучения, необходимо знать начальные и граничные условия, а также зависимость средней скорости от координаты. Получить такие данные можно экспериментально, проводя измерения полноты знаний учащихся вероятностно-статистическим методом.

Экспериментальные функции распределения

В работе [7] для измерений полноты знаний учащихся разработан вероятностно-статистический метод шкалирования, в соответствии с которым шкала измерений представляет собой упорядоченную систему $< A; L_\psi, F, G; f, M >$, где A – некоторое вполне упорядоченное множество объектов (индивидуумов), обладающих интересующими нас признаками (эмпирическая система с отношениями); L_ψ – функциональное пространство (пространство функций распределения) с отношениями; F – операция гомоморфного отображения A в подсистему L_ψ; G – группа допустимых преобразований; f – операция отображения функций распределения из подсистемы L_ψ на числовые системы с отношениями n-мерного пространства M. Вероятностно-статистическое шкалирование было использовано при нахождении экспериментальных функций распределения.

Исследования экспериментальных функций распределения [5], относящихся к отдельным студентам, и функций распределения для потока студентов (78 человек) одного из факультетов Московского государственного института электронной техники показали, что со временем их дисперсия увеличивается (функции распределения расплываются). Аналогичное поведение функций распределения характерно и для потоков студентов других факультетов. Преобразуем экспериментальные данные [5] к виду, удобному для их дальнейшего анализа (рис. 1).

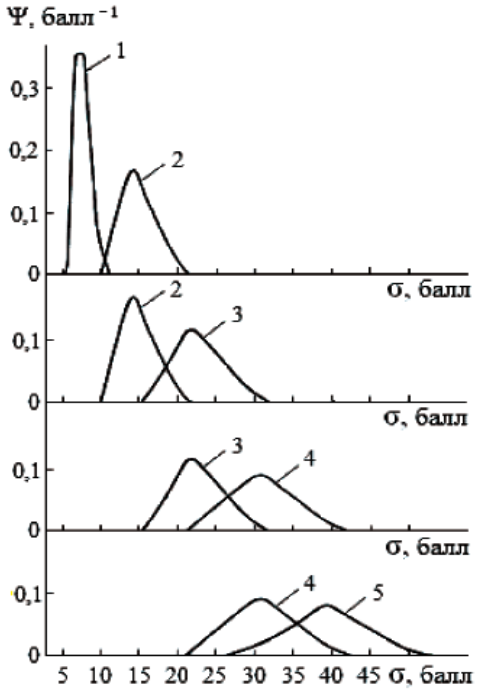


Рис. 1. Эволюция полной функции распределения потока студентов, аппроксимированной гладкими линиями: 1 – после первого курса; 2 – после второго курса; 3 – после третьего курса; 4 – после четвёртого курса; 5 – после пятого курса

Из анализа эволюции функции распределения потока студентов на протяжении времени обучения в высшем учебном заведении следует, что со временем её дисперсия увеличивается, а функции распределения, представленные после первого и второго курсов, второго и третьего курсов, третьего и четвёртого курсов, четвёртого и пятого курсов, перекрываются, причём от курса к курсу перекрытие увеличивается. Это говорит о том, что объём знаний, которым владеют «сильные» студенты младших курсов, может значительно превосходить объём знаний, которым владеют «слабые» студенты старших курсов. Существенным перекрытие становится уже после второго и третьего курсов. Следовательно, начиная с третьего курса, студенческий коллектив становится существенно неоднородным. Это приводит к тому, что, начиная с третьего курса, эффективность обучения в таких коллективах резко снижается.

В случае больших студенческих групп и потоков преподаватели при проведении занятий, как правило, вынуждены ориентироваться на средних студентов, что при условии

наблюдаемой большой дисперсии функции распределения негативно сказывается на учёбе как сильных, так и слабых студентов. Объём и качество сообщаемой информации в этом случае не соответствует потенциальным возможностям сильных и слабых студентов. Сильные студенты работают ниже своих возможностей, а слабые студенты не в состоянии усвоить учебный материал, что приводит к ещё большей неоднородности студенческого коллектива. Такая ситуация вынуждает преподавателей понижать требования при аттестации студентов и неизбежно ведёт к снижению уровня подготовки специалистов.

Для повышения эффективности образовательного процесса в этой ситуации необходимо на определённых этапах обучения выделять квазиоднородные по полноте знаний студенческие подсистемы и в дальнейшем раздельно проводить профессиональную подготовку соответствующего уровня в каждой из подсистем. Этому отвечает принцип поэтапности обучения с ветвлением, причём, как следует из анализа экспериментальных данных (см. рис. 1), длительность каждого этапа не должна превышать двух лет. Применим принцип поэтапности обучения с ветвлением для оптимизации структуры двухуровневой системы высшего образования, внедряемой в Российской Федерации в соответствии с Болонским соглашением.

Рис. 2. Блок-схема структуры системы высшего образования в соответствии с Постановлением № 13 Министерства высшей школы и технической политики РФ

Альтернативная структура системы высшего образования

13 марта 1992 года вышло Постановление № 13 Министерства науки, высшей школы и технической политики Российской Федерации «О введении многоуровневой структуры высшего образования в Российской Федерации» (рис. 2).

Эта структура системы высшего образования была построена в основном с учётом принципа поэтапности обучения с ветвлением и во многом совпадала со структурой системы высшего образования, предложенной в [1]. Из анализа рис. 2 следует, что длительность этапов составляет два года и после каждого из них имеет место ветвление. Это, безусловно, было крупным шагом на пути совершенствования системы высшего образования.

Однако 10 июля 1992 года был принят Закон Российской Федерации № 3266-1 «Об образовании», который фактически отменил Постановление № 13 Министерства науки, высшей школы и технической политики Российской Федерации. Внедрение в жизнь этого закона затянулось, в него вносился ряд изменений, и в результате с сентября 2011 года в Российской Федерации начинает широко внедряться так называемая двухуровневая система высшего образования: бакалавриат и магистратура, при этом по некоторым направлениям сохраняется подготовка специалистов с высшим профессиональным образованием (рис. 3).

Рис. 3. Блок-схема структуры системы высшего образования в соответствии с Законом Российской Федерации «Об образовании»

Эта система, безусловно, будет способствовать повышению качества обучения студентов в высших учебных заведениях. Однако она содержит в себе внутренние противоречия, которые не позволят достичь высоких показателей эффективности образовательного процесса. Противоречия возникают, как было показано выше, в процессе обучения, когда студенческая подсистема становится существенно неоднородной, что естественно будет приводить к снижению качества подготовки бакалавров и специалистов. Эти противоречия могут быть устранены при использовании принципа поэтапности обучения с ветвлением, который с учётом современных условий, может быть реализован в следующем виде (рис. 4).

Рис. 4. Блок-схема альтернативной структуры системы высшего образования

Опыт показывает, что к концу второго года обучения студенты практически адаптируются, и можно уже судить об объёме и уровне их знаний и потенциальных возможностях каждого. К этому моменту времени, как отмечалось выше, функция распределения для потока студентов имеет достаточно большую дисперсию. Немаловажным также

является тот факт, что в этот период у студентов уже относительно высокий уровень гражданской и социальной активности. Они критически оценивают своё положение в студенческой группе, институте и в обществе в целом, задумываются над тем, правильно ли выбрана их будущая профессия. Часть студентов испытывает чувство разочарования и желала бы изменить своё положение, например, перейти в другое высшее учебное заведение и там продолжить обучение или на данном этапе закончить процесс обучения без каких-либо существенных моральных или иных потерь для себя и общества.

Таким образом, продолжительность первого этапа обучения должна составлять 2 года, а затем должно идти ветвление, в соответствии с которым часть студентов покинет данное учебное заведение, наиболее слабым студентам должно быть предоставлено право продолжить обучение в течение 1–1,5 лет с целью получения знаний, умений и навыков по выбранной специальности и получения диплома, соответствующего специалисту со средним профессиональным образованием (техника, медсестры и т.п.). Следует отметить, что двухгодичный этап обучения в высших учебных заведениях практикуется в Соединённых Штатах Америки [8].

Средним и сильным студентам должно быть дано право продолжить обучение в течение 2-х лет по программе бакалавра. После бакалавриата должно иметь место второе ветвление. Часть бакалавров естественно может приступить к трудовой деятельности, другая часть бакалавров должна иметь возможность продолжить своё образование либо в высшей профессиональной школе в течение 1–1,5 лет с целью получения знаний, умений и навыков специалиста с высшим профессиональным образованием (инженера, врача, юриста и т.п.), либо в магистратуре в течение 2-х лет.

Таким образом, принцип поэтапности обучения с ветвлением обеспечивает реализацию потенциальных возможностей каждого студента на основе повышения степени индивидуализации обучения, учёта способностей студента и его трудолюбия, гуманности и социальной справедливости по отношению к каждому студенту и к обществу в целом.

Выводы

1. Применение вероятностно-статистического метода для анализа состояния учебного процесса в высшем учебном заведении позволило обосновать эффективность принципа поэтапного обучения с ветвлением.

2. Принцип поэтапности обучения с ветвлением в высшем учебном заведении создаёт условия для оптимизации структуры системы высшего образования с точки зрения обеспечения качества подготовки специалистов на различных этапах обучения. Ветвление позволяет после каждого этапа обучения выделять однородные по уровню освоения учебных дисциплин студенческие подсистемы и обеспечивать наилучшие условия для реализации потенциальных возможностей каждого учащегося.

3. Ветвление после двух лет обучения в высшем учебном заведении позволяет слабым студентам продолжать обучение с целью получения профессиональных знаний, умений и навыков в объёме среднего профессионального образования.

4. Ветвление после окончания бакалавриата позволяет бакалаврам, соизмеряя свои возможности и желания, закончить на данном этапе своё обучение и приступить к трудовой деятельности или продолжить образование в высшей профессиональной школе или магистратуре.

Список литературы

1. Романов В.П., Гордиевич Л.А., Золочевский Ю.Б. Альтернативная структура системы непрерывной подготовки высшими учебными заведениями специалистов высокой квалификации // Деп. в НИИВШ, 01.09.88, № 1389 – 88 деп.

2. Вероятностно-статистический метод анализа и прогнозирования состояния учебно-воспитательного процесса на различных этапах системы непрерывного образования / В.Д. Вернер, Л.А. Гордиевич, Ю.Б. Золочевский, В.П. Романов // Теоретико-методологические и прикладные проблемы развития единой системы непрерывного образования: материалы конференции / отв. ред. Б.С. Гершунский. – М., Изд-во АПН СССР, 1990. – Часть 2. – С. 56–60.

3. Новая структура системы подготовки специалистов высшими учебными заведениями / В.Д. Вернер, В.П. Романов, Л.А. Гордиевич, Ю.Б. Золочевский // Развитие творческой личности в условиях непрерывного образования: тезисы научно-методической конференции. – Казань, 25-27 сентября 1990 года. – Часть 1. – С. 42–43.

4. Романов В.П., Соколова Н.А. Вероятностно-статистическая модель учащегося // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 6 (Часть 3.). – С. 122–129.

5. Романов В.П., Соколова Н.А. Анализ поведения учащихся в процессе обучения в высшем учебном заведении // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 6 (Часть 3.). – С. 130–135.

6. Соколова Н.А. Процесс познания: детерминизм и случайность // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 12. – С. 81–82.

7. Романов В.П., Соколова Н.А. Вероятностно-статистическое шкалирование в педагогике // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – № 2. – С. 57–63.

8. Реформы образования: Аналитический обзор / под ред. В.М. Филиппова. – М.: Центр сравнительной образовательной политики, 2003. – 303 с.

Рецензенты:

Дацко В.Н., д.ф.-м.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга НГОУ ВПО «Российская международная академия туризма», г. Химки;

Романов В.П., д.ф.-м.н., профессор кафедры общей физики ГОУ ВПО «Национальный исследовательский университет Московский государственный институт электронной техники», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 01.08.2011.

УДК 378:811.111

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОБУЧЕНИЯ МАГИСТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Тюрина С.Ю.

ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», Иваново, e-mail: tsu1999@mail.ru

Рассмотрены вопросы определения целей и содержания обучения иностранному языку студентов магистратуры в рамках компетентностного подхода в соответствии с требованиями современного общества к уровню подготовки будущего специалиста. Подчёркивается приоритетность предметного содержания обучения для полноценного овладения магистрантами основами профессиональной деятельности в соответствии с их личностными потребностями и ценностными ориентациями. Профессиональная и иноязычная коммуникативная компетенции магистранта выделены как ключевые. Представлены примеры заданий для самостоятельной и аудиторной работы, направленные на развитие профессиональной и иноязычной коммуникативной компетенции будущего специалиста.

Ключевые слова: содержание обучения, профессиональная компетенция, иноязычная коммуникативная компетенция

KEY GOALS AND CONTENT AREA OF FOREIGN LANGUAGE TEACHING FOR TECHNICAL STUDENTS OF MASTER OF ENGINEERING DEGREE PROGRAM

Tyurina S.Y.

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, e-mail: tsu1999@mail.ru

Key goals and content area of foreign language teaching of technical students of master degree engineering program are discussed. These issues are studied from the view point of competence approach. Content area is considered to be of the top priority to gain fundamentals of professional activity according to personal needs and value system of technical students of master degree engineering program. Professional and foreign language competences are regarded as the key ones. Some tasks for independent and in-class learning to develop professional and foreign language competences are presented.

Keywords: content area, professional competence, foreign language competence

Основной задачей высшей технической школы является подготовка специалистов высокой профессиональной компетентности. Несомненно, что обучение в магистратуре значительным образом способствует её решению. Иноязычная составляющая программы подготовки магистрантов играет весомую роль. Исходя из этого, вопросы целей и содержания обучения магистрантов технического вуза иностранному языку представляются актуальными.

Цели и содержание обучения магистрантов иностранному языку зависят, прежде всего, от требований современного общества к уровню образования личности будущего специалиста.

Общепризнано, что новое понимание целей иноязычного обучения будущего специалиста связано с основными постулатами современной парадигмы образования, среди которых выделяют следующие: ориентацию на непрерывность образования, акцент на самостоятельную работу, на самоконтроль и самооценку, обучение для самореализации, готовность работать с современными источниками информации, направленность обучения на овладение коммуникативными навыками и умениями.

Важным документом, где представлено современное понимание цели обучения иностранному языку, являются документы Совета Европы [4 и др.], в которых обозначены следующие задачи: обеспечить возможность развития навыков общения на языке, для того чтобы решать повседневные вопросы, обмениваться информацией на иностранном языке с людьми разного возраста, уметь передать в процессе общения свои мысли и чувства, понимать культуру, образ жизни других народов [4:3].

Одним из факторов, определяющим цели и содержание обучения иностранному языку, является образовательный стандарт.

Образовательный стандарт рассматривается как обязательный уровень требований к подготовке выпускника и соответствующие этим требованиям содержание, методы, формы, средства обучения и контроля [1; 5:208 и др.].

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования формулирует требования к результатам освоения образовательных программ в терминах компетенций выпускников вуза, которые обозначены в приложении Приказа Минобрнауки

России от 8 декабря 2009 года № 700 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника (квалификация (степень) «магистр» [10].

В стандарте указано, что будущий специалист должен обладать такими *профессиональными* компетенциями, как способность и готовность использовать углублённые знания в области естественнонаучных и гуманитарных дисциплин (ПК-1), способность и готовность использовать теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники (ПК-2), способность и готовность применять современные методы исследования, проводить технические испытания и (или) научные эксперименты (ПК-6), способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (ПК-7), готовность использовать современные компьютерные и информационные технологии (ПК-9), способность понимать современные проблемы научно-технического развития сырьевой базы, современные технологии утилизации отходов электроэнергетической и электротехнической промышленности, научно-техническую политику в области технологии и проектирования электротехнических изделий и электроэнергетических объектов (ПК-17), способность к внедрению достижений отечественной и зарубежной науки и техники (ПК-24), готовность управлять программами освоения новой продукции и технологии (ПК-30), готовность использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских проектах (ПК -36) и др.

Отметим, что формирование подобных компетенций будущего специалиста невозможно без анализа иностранных научных исследований, обмена информацией и практическим опытом, что подтверждает необходимость хорошей иноязычной подготовки.

Одной из основных общекультурных компетенций является способность свободно пользоваться иностранным языком как средством делового общения (ОК-3). Следовательно, возникает необходимость формировать и совершенствовать коммуникативные способности магистранта как будущего специалиста, навыки установления и поддерживания эффективных партнёрских взаимоотношений. Таким образом, лингвистическая подготовка магистрантов имеет большое значение.

В свете вышесказанного, очевидно, что магистрант как будущий специалист должен обладать и профессиональной, и иноязычной коммуникативной компетенцией. Следовательно, иностранный язык как учебная дисциплина становится наиболее востребованной, что, в свою очередь, влияет на уточнение целей и содержания обучения иностранному языку магистрантов.

Традиционно в процессе обучения иностранному языку, как и в системе образования в целом, реализуются следующие взаимосвязанные цели: практические, образовательные, воспитательные и развивающие. При иноязычной подготовке магистрантов практические цели направлены, прежде всего, на овладение языком в контексте профессионального общения; образовательные цели направлены на повышение общей культуры, на получение предметных и межпредметных знаний, на овладение различными умениями и навыками; развивающие цели направлены на развитие интеллектуальной, эмоциональной и мотивационный сфер личности, на формирование самосознания и личностной рефлексии; воспитательные цели – на формирование научного мировоззрения, ответственности, толерантности, нравственности личности будущего специалиста.

Необходимо отметить, что при обучении магистрантов иностранному языку цели практические, образовательные, развивающие и воспитательные определяются социальным заказом общества: формирование такого уровня коммуникативной компетенции специалиста, который позволил бы эффективно осуществлять профессиональную деятельность в иноязычной среде общения.

Формирование иноязычной коммуникативной компетенции личности будущего специалиста названо конечной целью обучения иностранному языку в высшей школе. Однако при определении цели обучения иностранному языку магистрантов необходимо принять во внимание такие объективные факторы, как:

- различный уровень иноязычной коммуникативной компетенции при поступлении в магистратуру;
- небольшой объём учебных часов в соответствии с программой обучения;
- отсутствие необходимой информационной, техническо-материальной базы;
- недостаточная обеспеченность современными аутентичными учебными пособиями.

В связи с этим вопрос содержания обучения магистрантов технического вуза иностранному языку становится ключевым. Среди основных принципов формирования содержания обучения можно назвать интегративность курса, общеобразовательный и раз-

вивающий характер учебного материала, его гуманистическую направленность, соотнесение учебного материала с уровнем развития современной науки, гармоничное культурное и межкультурное развитие личности и учёт мотивационных потребностей и возрастных особенностей [1; 3; 5:371-381 и др.].

Правомерным представляется тезис о том, что содержание обучения должно быть направлено на всестороннее развитие способностей личности каждого обучающегося [1; 3; 7 и др.]. У иностранного языка как общегуманитарной дисциплины имеется большой потенциал реализации этой цели: студенты магистратуры получают прекрасную возможность для реализации личностных потребностей, используя иностранный язык как инструмент обучения, воспитания и развития.

В отечественной методике выделяют различные подходы к определению содержания обучения иностранным языкам (И.Л. Бим, Н.И. Гез, Г.А. Китайгородская, И.Я. Лернер, Б.А. Лапидус и др.)

Уместно, на наш взгляд, выделить лингвистический, психологический и методологический компоненты [6] содержания обучения магистрантов. Лингвистический компонент предполагает отбор языкового, речевого, социокультурного и профессионально-ориентированного материала. В основе критериев отбора учитываются такие факторы, как реальные интересы и потребности обучающихся, сфера их профессиональной деятельности, общий уровень образованности и уровень владения языком. Психологический компонент определяет навыки и умения, которые должны быть сформированы в процессе обучения магистров иностранному языку. Методологический компонент предполагает организацию совместной учебной деятельности и обучение приемам самостоятельной работы.

Обоснованным представляется выделить такие составляющие содержания образования, как предметная информация, умение работать с текстами и умение создавать собственные тексты [7:33-36].

Для магистрантов по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника компонент *предметная информация* предполагает знание важных дат, фактов, биографий известных учёных; основных терминов и понятий в контексте специальности, основных этапов развития науки, техники и общества; ценностных ориентиров современного общества и профессионального сообщества; основных источников информации.

При отборе информационных знаний необходимо принимать во внимание такие факторы, как обоснованность выбора материала, его значение для достижения уровня общекультурной образованности, а также использование этих знаний в учебной и профессиональной деятельности [7].

Компонент *умение работать с текстами* включает способность найти необходимую информацию, проверить её достоверность, проанализировать содержание информации; сравнить факты, различные научные подходы и точки зрения; аргументировать собственные оценочные суждения; владеть разными видами чтения; уметь пересказать; уметь кратко представить содержание текста, определить его идею, тему и структуру.

При формировании и контроле данных умений необходимо учитывать образовательную ценность текста, его объём, соответствие проблематики текста возрасту, социальному опыту, интересам обучающихся; а также возможность выбора заданий, последовательность их выполнения, сочетание заданий различной сложности; наличие критериев оценки правильности выполнения [7].

Компонент *умение создавать собственные тексты* охватывает умения создавать письменные и устные тексты; создавать тексты с использованием таблиц и рисунков; пересылать тексты с использованием различных средств связи; использовать различные способы организации текста; писать эссе, деловые письма, статьи по теме научной работы; описывать результаты наблюдений и исследований; делать презентации и вести диалог в рамках профессионального контекста, соблюдать нормы речевого этикета [7]. В данном случае степень самостоятельности играет большую роль.

Отметим, что компонент *предметное содержание* рассматривается нами как ключевой компонент процесса обучения. Поскольку иностранный язык как учебная дисциплина является средством овладения знаниями и обладает значимым личностно-формирующим потенциалом, то предметное содержание должно соответствовать личностным и профессиональным потребностям студентов магистратуры; быть доступным, интересным, разнообразным по характеру и содержанию. Следовательно, источником предметного содержания являются, прежде всего, аутентичный текстовый материал, аутентичные фильмы, компьютерные программы и электронные источники средств массовой информации**.**

Как правило, под аутентичными понимают тексты, представляющие собой образцы реального дискурса и отражающие ситуации повседневного или профессионального общения. Одной из форм отражения ино-

язычной профессиональной действительности являются медиатексты. Их использование в процессе обучения иностранному языку представляется оправданным.

Разнообразие и доступность аутентичных медиатекстов позволяют использовать их в процессе обучения магистрантов. Работа с медиатекстами, как правило, включает в себя классические упражнения на закрепление лексики, развитие навыков устной монологической и диалогической речи и т.д. Однако возможности творческого подхода преподавателя не ограничены. Необходимо учитывать степень мотивации обучающихся, уровень их языковой подготовки и тематическую соотнесенность текста с программой курса.

Практика показывает, что создание банка заданий на материале медиатекстов газеты New York Times [9] для аудиторной и самостоятельной работы студентов магистратуры оправдано. Так, в дополнение к пособиям Г.К. Кушниковой [2] и Е.А. Федорищевой [8], используемых в процессе обучения магистрантов электроэнергетических специальностей, могут быть использованы следующие задания:

Lesson 2. Uses of Electricity [2:8].

Create a travel guide for a particular country that describes, compares and contrasts electricity use.

http://kropla.com/electric2.htm (World Electric Guide site presents details in adapters and plugs and voltage in different countries)

Compare the cost of electricity in different countries in the world.

Look at Energy Information Administration of the US Department of Energy (http://www.eia.doe.gov/) and World Development Indicators of World Bank (http://www.worldbank.org/data/wdi2004/index.htm) as a starting point for your research.

Lesson 3. Famous Inventors [2:10]

Create an illustrated timeline describing the development of radar. You can begin you research at About.com site http://inventors.about.com/library/inventors/blradar.htm

Lesson 4. A Few Words on Magnetism [2:15]

Watch video clip «Diamagnetism». It demonstrates that superconductors expel a magnetic field. It is a video clip of a strong magnet being placed on top of a superconductor. Can you predict what will happen? Share you predictions. Now watch the video clips of the University of Oslo Department of Physics Web site (http://www.fys.uio.no/super/levitation/) *or on YouTube (*http://www.youtube.com/watch?v = hksy_4Zmh80) *and then answer to the following questions.*

• Why is the magnet floating above the superconductor?

• What do you think the liquid and gas shown in the clip are? What is the purpose of this liquid?

• Discuss the application areas of superconductors property.

Lesson 11. Conductors [2:42]

Watch video clip «Zero Resistivity». The second property of superconductors is that they have zero electrical resistance. Three scientists (Dr. John Bardeen, Dr. Leon Cooper and Dr. J. Robert Schrieffer) developed a theory, known as the B.C.S. theory, to explain why superconductors have zero resistance. Watch video explanation of the B.C.S. theory found on the Australian Multimedia for Physics Students Web site (http://www.hscphysics.edu.au/resource/Supertheory.flv). *Take notes on how the B.C.S. theory works. As you watch, answer the following questions*.

• What causes resistivity in a regular conductor?

• How do cold temperatures affect the atomic motion in the conductor?

• How do electrons move through super conductors without resistance?

• How do Cooper pairs form, and how are they facilitating zero resistivity?

Write and illustrate a book for children explaining superconductivity and its applications to a younger audience:

http://www.ornl.gov/info/reports/m/ornlm3063r1/pt3.html; http://ww.columbussuperconductors.com/superconductivity.htm

http://superconductors.org/

http://www.physicscentral.com/action/2001/supcon.html

Unit 8. Wind Energy [8:57]

Watch the New York Times video «Wind Turbines in Alaska».

http://video.nytimes.com/video/2009/02/17/multimedia/1231546677537/wind-turbines-in-alaska.html

What do you think about the film?

Unit 10. Nuclear Power [8:73]

Examine the events of Three Mile Island (1979), Chernobyl (1986) or Fukushima (2011). Write a report illustrating your findings:

http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_weapon.

http://www.fema.gov/hazards/nuclear/radiolo.shtm.

http://www.nisa.meti.go.jp/english/.

www.bbc.co.uk/news/world-12740843

www.guardian.co.uk/…/japan-nuclear-power-plant-updates

Supplementary Reading. Renewables [8:116]

Work in groups of four or five. Make a research on different types of renewable energy. Present your report to the class in an «Energy Summit».

Group 1. Solar Energy

Define solar energy. Describe how these forms of solar energy work: solar cells, solar towers, heat pumps and solar ovens. List some of the world's regions where solar energy is in wide use. List some advantages and drawbacks of solar energy.

The U.S. Department of Energy Web site http://www.eere.energy.gov/solar/csp.html

Group 2. Wind Energy

Define wind energy. Describe how these forms of wind energy work: onshore turbines, offshore turbines and small scale (household electricity generation). List some of the world's regions where wind energy is in wide use. List some advantages and drawbacks of wind energy.

Canada Natural Resources Web site

http://www.canren.gc.ca/tech_appl/index.asp?CaId = 6&PgId = 232

Group 3. Geothermal Energy

Define geothermal energy. Describe how these forms of geothermal energy work: geothermal electricity, geothermal heating through deep Earth pipes, flash steam plants, dry steam plants and binary power plants. List some of the world's regions where geothermal energy is in wide use. List some advantages and drawbacks of geothermal energy.

MSN Encarta Encyclopedia's

http://encarta.msn.com/text_7615640741/Geothermal_Energy.html

Group 4. Water Energy

Define water energy. Describe how these forms of water energy work: hydroelectric dams, tidal power, wave power, ocean thermal energy conversion (OTEC). List some of the world's regions where water energy is in wide use. List some advantages and drawbacks of water energy.

Nationmaster Hydropower entry http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Hydropower

Group 5. Biomass Energy

Define biomass energy. Describe how these forms of biomass energy work: liquid biofuel, solid biomass and biogas. List some of the world's regions where biomass energy is in wide use. List some advantages and drawbacks of biomass energy.

Clean Energy site

http://www.ucsusa.org/clean_energy/renewable_energy/page.cfm?pageID = 78

Таким образом, практический опыт показывает, что отобранный учебный материл, прежде всего, отвечает поставленным целям и задачам обучения, формируя у магистров и профессиональную, и иноязычную коммуникативную компетенции; способствует совершенствованию всех видов речевой деятельности; мотивирует интерес к дальнейшей работе над языком в профессиональном контексте; развивает критическое мышление; являясь проблемно-значимым, вовлекает обучающихся в анализ проблемных ситуаций и поиск новых решений; способствует осознанию межкультурных различий не только в повседневной, но и в профессиональной сферах коммуникации; а также обеспечивает различные формы взаимодействия в рамках учебного процесса.

В заключение отметим, что, к сожалению, нет единого учебника для обучения магистрантов электротехнических специальностей иностранному языку, который отвечал бы всем вышеуказанным требованиям. Следовательно, необходимо уделять пристальное внимание содержательным компонентам процесса обучения иностранному языку. Таким образом, в процессе обучения иностранному языку в рамках компетентностного подхода необходимо построить систему знаний (*предметное содержание*), достаточную для полноценного овладения магистрами основами профессиональной деятельности в соответствии с их личностными потребностями и ценностными ориентациями.

Список литературы

1. Краевский В. В. Содержание образования – бег на месте. – М.: Изд-во РАО, 2000. – С. 22.

2. Кушникова Г.К. Electricity. Обучение профессионально-ориентированному чтению: учебное пособие. – М.: Флинта: Наука, 2004. С. 96.

3. Леднев В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 224.

4. Общеевропейские компетенции владения иностранным языком: Изучение, обучение, оценка. – М.: МГЛУ, 2005. – С. 134.

5. Педагогика: учебное пособие для студентов педагогических вузов и колледжей / под ред. П.И. Пидкасистого. – М.: Педагогическое общество России, 1998. – С. 640.

6. Рогова Г.В. Методика обучения английскому языку: учебное пособие для пед. ин-тов и фак. иностр. яз. – Л.: Просвещение, 1975. – С. 310.

7. Соловова Е.Н. Методика обучения иностранным языкам: продвинутый курс: пособие для студентов пед. вузов и учителей. – М.: АСТ: Астрель, 2008. – С. 272.

8. Федорищева Е.А. Энергетика: проблемы и перспективы: учеб. пособие по английскому языку для технических вузов. – М.: Высшая школа, 2005.– С. 143.

9. http:/www.nytimes.com/learning (дата обращения: 12.11.2010).

10. http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/m700.html (дата обращения: 18.05.2011).

Рецензенты:

Волкова Т.Н., д.п.н., профессор кафедры русского языка и методики обучения ФГБОУ ВПО «Шуйский государственный педагогический университет», г. Шуя;

Вишневская Г.М., д.фил.н., профессор, профессор кафедры английской филологии ГОУ ВПО «Ивановский государственный университет», г. Иваново.

Работа поступила в редакцию 30.06.2011.

УДК 681.327:003(07)

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Федотова Н.В.

ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: natvikfedotova@mail.ru

Современные условия развития общества обусловливают специальные требования к подготовке инженеров в техническом вузе. В процессе организации профессиональной подготовки как необходимое условие выступают: формирование заданных уровней компетентности, профессиональная культура специалиста, развитие его потребностей в постоянном профессиональном самосовершенствовании. Данные условия являются базовыми для эффективности деятельности в условиях конкурентноспособной среды. В статье предложена новая технология преподавания дисциплины «Начертательная геометрия» при помощи трехмерного моделирования. Обосновано применение новой технологии, разработаны структура и содержание учебно-методического комплекса на основе трехмерного моделирования. Полученные в процессе опытно-экспериментальной работы данные подтвердили причинно-следственную связь между внедрением новой технологии обучения графическим дисциплинам и формированием графической компетентности студентов технического вуза.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, технология учебного процесса, графическая компетентность

THREE-DIMENSIONAL MODELLING IN TEACHING OF GRAPHIC DISCIPLINES

Fedotova N.V.

Volgograd state technical university, Volgograd, e-mail: natvikfedotova@mail.ru

Modern conditions of development of a society cause special requirements to preparation of engineers in technical college. In the course of the vocational training organization as a necessary condition act: formation of the set levels of competence, professional culture of the expert, development of its requirements for constant professional self-improvement. The given conditions are base for efficiency of activity in the conditions of the competitive environment. In article the new technology of teaching of discipline «Descriptive geometry» by means of three-dimensional modeling is offered. Application of new technology is proved, the structure and the maintenance uchebno-methodical a complex on the basis of three-dimensional modeling is developed. The data obtained in the course of skilled-experimental work has confirmed relationship of cause and effect between introduction of new technology of training to graphic disciplines and formation of graphic competence of students of technical college.

Keywords: three-dimensional modeling, technology of educational process, graphic competence

Системы автоматизированного проектирования, основывающиеся на трехмерном моделировании, в настоящее время становятся стандартом для создания конструкторской и технологической документации. Это обусловливает специальные требования к подготовке инженеров в техническом вузе. В процессе организации профессиональной подготовки как необходимое условие выступают: формирование заданных уровней компетентности, профессиональная культура специалиста, развитие его потребностей в постоянном профессиональном самосовершенствовании. Данные условия являются базовыми для эффективной деятельности в обстановке конкурентноспособной среды.

На фоне этого наблюдается высокий уровень мотивации будущих специалистов к изучению методов компьютерной графики, возрастает роль графической подготовки в современном техническом образовании.

С изменением целевых установок образования, в связи с введением новых ФГОС, перед преподавателями графических кафедр стоит вопрос о пересмотре содержания и методики преподавания начертательной геометрии и инженерной графики.

Таким образом, необходимость разработки технологии организации и совершенствования методики преподавания графических дисциплин вызывается потребностями практики современного производства и поэтому является актуальной.

Дидактическим аспектам преподавания начертательной геометрии и инженерной графики (геометрического моделирования) посвящены работы Н.А. Бабулина, В.А. Гусева, В.И. Курдюмова, А.И. Лагерь, П.А. Острожкова, Н.А. Рынина, Е.С. Федорова, Н.Ф. Четверухина, В.И. Якунина и др. Вопросами разработки и внедрения компьютерной графики в учебный процесс занимались Г.Ф. Горшков, И.Г. Захарова, И.И. Котов, П.К. Петров, Т.В. Чемоданова, В.И. Якунин, и др. Проблемам визуализации и наглядности в обучении посвятили свои труды такие исследователи, как В.Н. Березин, Р.Л. Грегори, Е.И. Машбиц, Л.М. Фридман, И.С. Якиманская, геометрическому моделированию при помощи компьютерных технологий – С.Ю. Ротков, А.В. Стрижаков, В.А. Тюрина и др.

Несмотря на значительное количество исследований по методике преподавания графических дисциплин, технология обучения на основе 3D-моделирования требует особого внимания и отдельного научного исследования. Развитие и применение совре-

менных графических пакетов при изучении графического цикла дисциплин обусловлены спецификой предмета, требующей развитого пространственного мышления, умений воспринимать и производить графическую информацию. Методологической основой классического курса начертательной геометрии является метод проекций. Трехмерный объект замещается двухмерными плоскостными изображениями – проекциями. Далее происходит двухмерное преобразование проекций для решения геометрических задач, и затем синтез пространственной модели в форме ее плоского изображения [1]. При данном подходе представление пространственных образов и оперирование этими образами в процессе решения задач вызывает у студентов затруднения, обусловленные психологическими особенностями визуализации информации, восприятия пространства, особенностями запоминания образов.

Пространственное мышление, как и любую другую способность человека, нужно и можно развивать. С помощью трехмерного моделирования в среде графических пакетов задача визуального представления геометрических объектов значительно упрощается.

В целях внедрения новых методик преподавания на кафедре «Начертательная геометрия и компьютерная графика» Волгоградского государственного технического университета был разработан учебно-методический комплекс по дисциплине «Начертательная геометрия» для направлений 552900 (технология, оборудование и автоматизация машиностроительного производства) и 550200 (автоматизация и управление), основанный на новой логике изучения графических дисциплин с использованием технологии 3D-моделирования. Структура и содержание учебно-методического комплекса представлены на рисунке.

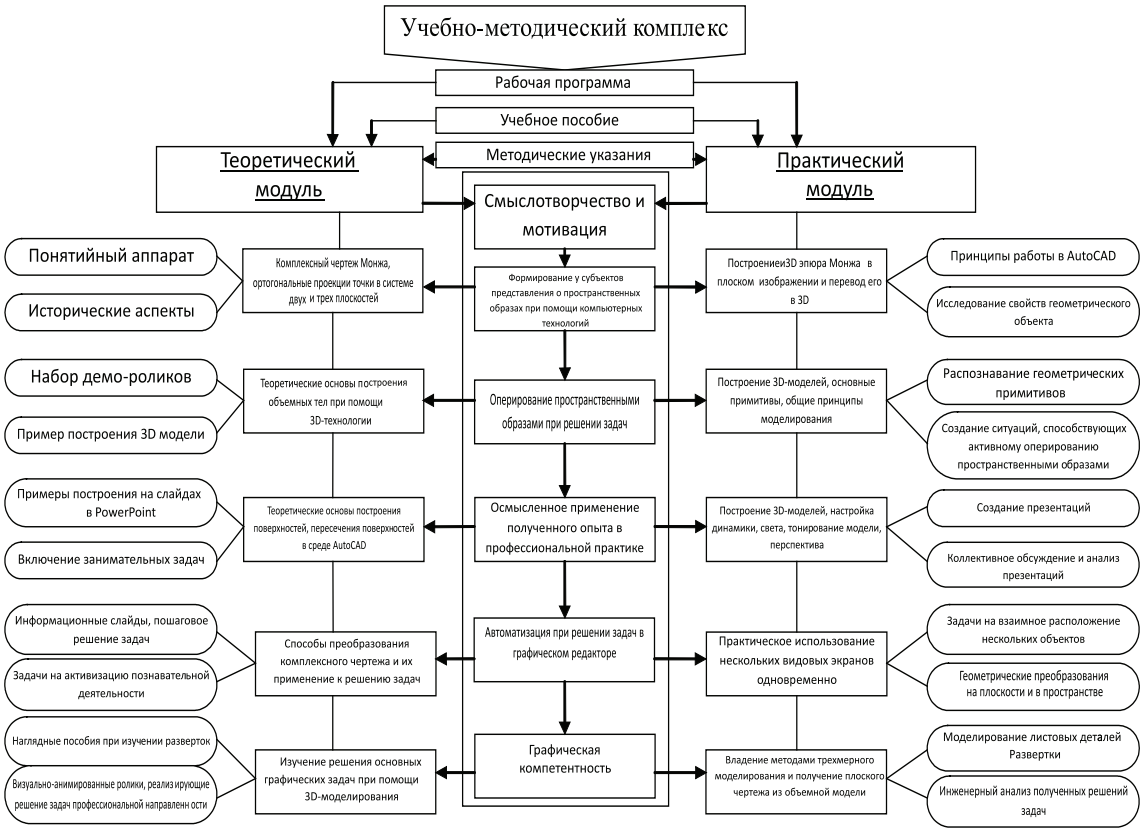
При разработке структуры занятий, подготовке учебно-методического комплекса отправной идеей являлось использование трехмерного моделирования не только для демонстрационного показа, но и как активного инструмента для решения графических задач. Данный подход к организации занятий по графическим дисциплинам позволяет учитывать как развитие профессиональных компетенций будущего инженера, так и перспективные потребности рынка труда.

В процессе обучения студенты осознают, что объёмная модель определяет геометрию всей спроектированной поверхности детали. Объёмное геометрическое моделирование основывается на создании поверхностей, образующих тело, так называемое поверхностное моделирование, либо на создании геометрических тел – твёрдотельное моделирование [2]. Последние версии компьютерных систем геометрического моделирования отвечают общим характеристикам: все они являются прикладными программами, работающими под управлением операционной программы Windows; большинство систем располагает возможностями объёмного параметрического моделирования, исполнением конструкторских документов в соответствии с требованиями ЕСКД, имеют развитые библиотеки стандартизированных изделий и встроенные языки программирования. В учебном процессе Волгоградского государственного технического университета используется AutoCAD. В настоящее время это – одна из мощных CAD-систем для разработки конструкторской документации практически в любой сфере промышленного производства, позволяющая создавать трёхмерные модели любого уровня сложности и чертежи на основе проекций трёхмерных моделей.

При разработке учебно-методического комплекса в рабочую программу дисциплины «Начертательная геометрия» были внесены изменения. Содержательно-логическая структура учебного материала представлена следующими укрупненными дидактическими единицами:

- основы работы с графическими пакетами;
- принципы работы с координатными системами и объектами (точка, прямая, плоскость) (в наглядной динамичной форме отражаются изменения характеристики изображения);
- принципы формообразования поверхностей, многообразие способов их построения;
- решение позиционных задач на взаиморасположение объектов относительно друг друга в пространстве;
- определение линий пересечения поверхностей, линий видимости.

Содержание учебно-методического комплекса включает в себя теоретический и практический модули, основанные на технологии 3D-моделирования. Качественному восприятию учебного материала способствуют такие его основные характеристики, как структурность, целостность, предметность [3]. Разработка и построение лекционного материала и заданий для практического модуля выполнялись с учетом зрительного восприятия информации. В каждой лекции использовались слайды, демонстрационные ролики и другие материалы, системно организующие учебный материал и формирующие графические компетенции. Применяя полученные знания на практике, у студентов закладываются основы конструктивного использования и освоения компьютерной технологии геометрического моделирования, и, как следствие, возрастает мотивация к изучению дисциплин графического цикла.



Структура и содержание учебно-методического комплекса

Использование трехмерного твердотельного моделирования позволяет создать визуальный образ объекта, использовать цвет, анимацию, но, тем не менее, не должно отвлекать внимание обучающихся от решения поставленных задач. Умение анализировать ортогональный чертеж геометрического объекта, расчленить его сложную форму на простые составляющие геометрические тела – позволит легко переходить от 3D моделей к плоским чертежам, при этом значительно упрощая процесс редактирования чертежей.

Полученные в процессе опытно-экспериментальной работы данные подтвердили причинно-следственную связь между внедрением новой технологии обучения графическим дисциплинам и формированием графической компетентности студентов технического вуза. Сформированность графической компетентности выражается во владении современными средствами автоматизированного проектирования, наличием устойчивой мотивацией на использование средств современных компьютерных технологий, владением умениями, обеспечивающими эффективность профессиональной деятельности в условиях современной конкурентной среды, творческой направленности профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Столбова И.Д. Формирование профессионально-ориентированных компетенций при инновационных технологиях предметного обучения в высшей школе / И.Д. Столбова, В.А. Лалетин, Е.С. Дударь // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации, бизнесе: труды 34 Межд. конф. / Приложение к журналу «Открытое образование». – Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2007. – С. 256–257.

2. Баженская А.Б. Начертательная геометрия. Курс лекций: учеб. пособие / А.Б. Баженская, И.П. Буров, Г.В. Ханов. – Волгоград: ВолгГТУ, 2003. – 132 с.

3. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю. Компьютерная технология инженерной графики в среде AutoCAD-2002. – М.: Изд-во ДМК, 2003. – 654 с.

4. Инженерная и компьютерная графика: учебник / Б.Г. Миронов, Р.С Миронова, Д.А. Пяткина, А.А. Пузиков. – 5-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 334 с.

Рецензенты:

Николаев А.П., д.т.н., профессор ГОУ ВПО «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия», Министерства сельского хозяйства РФ, г. Волгоград;

Мосейко В.О., д.э.н., к.т.н., профессор, декан факультета управления и региональной экономики ГОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 30.06.2011.

УДК 621.039.5

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ УНИКАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

[1]Антонов А.В., [2]Маловик К.Н., [1]Чумаков И.А.

[1]Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ, Обнинск;
[2]Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, Севастополь, e-mail: antonov@iate.obninsk.ru

Описана методика непараметрического оценивания показателей надежности уникального высоконадежного оборудования. Отмечено, что в условиях малых выборок статистических данных об отказах необходимо производить интервальное оценивание характеристик надежности. Приведены формулы для определения доверительных интервалов характеристик надежности. Для таких характеристик, как среднее прямое и обратное остаточное время, разработана бутстреп процедура определения доверительных интервалов с заданной доверительной вероятностью. Проведены расчеты характеристик надежности на примере реальных данных, полученных из опыта эксплуатации.

Ключевые слова: безопасность, надежность, плотность распределения, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, среднее прямое остаточное время, среднее обратное остаточное время, оценка характеристик надежности, интервальное оценивание

INTERVAL ESTIMATION OF THE RELIABILITY CHARACTERISTICS FOR UNIQUE EQUIPMENT

[1]Antonov A.V., [2]Malovik K.N., [1]Chumakov I.A.

[1]Obninsk institute for nuclear power engineering NRNU MIPhI, Obninsk;
[2]Sevastopol national university for nuclear energy and industry, Sevastopol, e-mail: antonov@iate.obninsk.ru

One nonparametric reliability estimation method for unique high-reliability equipment has been described. Under conditions of small amount of statistic failure data, it is necessary to execute the interval estimation of reliability. Formulas for determining confidence intervals of reliability factors have been given. The bootstrap-procedure for determining confidence intervals with given confidence probability has been developed for both direct and inversed mean residual life. Calculations of reliability factors have been performed based on real maintenance data.

Keywords: safety, reliability, probability density function, reliability function, failure rate, mean residual life, estimation of reliability factors, interval estimation

На современном этапе развития энергетики возникает необходимость в решении задач, направленных на повышение безопасности, надежности и эффективности функционирования энергоблоков (ЭБ). В последние десятилетия развивается аппарат математической и статистической теории надежности, помогающий в решении подобных задач. Разрабатываются математические модели, описывающие поведение систем во времени. Они дают возможность проводить анализ функционирования систем на разных временных интервалах. Одной из важных задач, стоящих перед эксплуатирующими органами, является задача оценки показателей работоспособности на завершающем этапе функционирования ЭБ, а также прогнозирование их срока службы.

Оценку показателей надежности объектов осуществляют на основании информации, полученной в процессе специальным образом организованных испытаний. Наиболее объективной информацией для определения характеристик надежности элементов является эксплуатационная информация, потому что она отражает специфику функционирования объектов, комплекс воздействующих факторов и другие особенности эксплуатации.

Применяемые традиционно параметрические методы анализа статистической информации в последнее время подвергаются критике специалистов по математической статистике. Дело в том, что использование параметрических методов требует предположений о виде закона распределения наблюдаемых случайных величин. Как правило, нельзя указать каких-либо веских причин, по которым конкретное распределение результатов наблюдений должно входить в то или иное параметрическое семейство. В настоящее время для решения задач анализа статистической информации развиваются непараметрические методы, в частности, методы ядерного оценивания.

Непараметрические оценки характеристик надежности

Ядерные оценки впервые были введены в работах Парзена [6] и Розенблатта [7]. Приведем формулу для построения ядерной оценки плотности распределения непрерывной случайной величины. Пусть в результате наблюдения за объектом иссле-

дования получена выборка наработок до отказа $\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n$.

Ядерную оценку плотности распределения (ПР) определяют следующим образом:

$$f_n(t) = \frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n} V\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right) = \frac{1}{n\sigma\sqrt{2\pi}}\sum_{i=1}^{n}\exp\left[-\left(\frac{t-\xi_i}{\sqrt{2}\sigma}\right)^2\right], \quad (1)$$

где $V(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\exp\left(\frac{-x^2}{2}\right)$ – гауссовское ядро; n – объем выборки; σ – параметр локальности (ширина окна ядерной оценки, управляемый параметр). В работах [1, 2, 3] получены формулы и проведены исследования ядерной оценки плотности распределения для различных схем формирования исходной информации (при наличии полных наработок до отказа и различного рода цензурированной информации). Метод расчета оптимального значения параметра локальности описан в работе [1].

Обратим внимание на одну особенность решения задач по определению характеристик надежности. Наблюдаемой случайной величиной в рассматриваемой задаче является время (наработка до отказа). Область определения данного параметра $[0, \infty)$. Следовательно, априори известно, что обрабатываемые случайные величины относятся к классу неотрицательных величин. Для положительно определенных случайных величин в качестве ядра предложено использовать гауссовское ядро с зеркальным отражением [4]:

$$\hat{f}(t,\sigma) = \frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n}\left[V\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right) + V\left(\frac{t+\xi_i}{\sigma}\right)\right]. \quad (2)$$

Таким образом, изложена процедура получения плотности распределения наблюдаемой случайной величины наработки до отказа. Определив данную характеристику, можно переходить к оценке других показателей надежности. Отметим основные из них.

Вероятность безотказной работы (ВБР) – это вероятность того, что в пределах заданной наработки t отказ объекта не возникнет, то есть случайное время наработки до отказа ξ окажется не меньше t:

$$P(t) = P(\xi \ge t) = \overline{Q}(t), \quad t \ge 0.$$

Если известна плотность распределения наработки до отказа, можно рассчитать функцию распределения, численно проинтегрировав плотность:

$$\hat{F}(t,\sigma) = \int_0^x f(u,\sigma)du = \frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n}\left[\int_0^x V\left(\frac{u-\xi_i}{\sigma}\right)du + \int_0^x V\left(\frac{u+\xi_i}{\sigma}\right)du\right] =$$

$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\Phi\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{t+\xi_i}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\xi_i}{\sigma}\right) - \Phi\left(-\frac{\xi_i}{\sigma}\right)\right] = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\Phi\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{t+\xi_i}{\sigma}\right)\right] - 1,$$

где $\Phi(u)$ – интеграл ошибок.

Далее, ВБР рассчитывается, как:

$$P(t) = 1 - F(t).$$

Интенсивность отказов (ИО) – это отношение условной вероятности того, что случайная наработка до отказа будет принимать значения из полуинтервала $[t; t + \Delta t)$ бесконечно малой длины Δt при условии, что отказа до момента времени t не было, к длине этого полуинтервала Δt. Другими словами, ИО – это отношение ПР наработки до отказа к ВБР:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \to 0}\frac{P(t \le \xi < t + \Delta t / t \le \xi)}{\Delta t} =$$

$$= \frac{f(t)}{1 - Q(t)} = \frac{f(t)}{P(t)}.$$

Интенсивность отказов часто называют λ-характеристикой, она показывает, какая часть объектов выходит из строя в единицу времени по отношению к среднему числу исправно работающих объектов.

Среднее прямое и обратное остаточное время

Среднее *прямое* остаточное время – это математическое ожидание оставшегося времени работы системы до очередного отказа, начиная с момента времени t, в который система была работоспособна.

Среднее *обратное* остаточное время – это математическое ожидание времени работы системы от начала эксплуатации или ее возобновления после последнего восстановления до момента времени t, в который система работоспособна. Данные характеристики рассчитываются только для восстанавливаемых элементов.

Определим процессы $\{V_t, t \ge 0\}$ и $\{R_t, t \ge 0\}$, называемые соответственно процессами прямого и обратного остаточного времени:

$$V_t = \tau_{N(t)+1} - t; \quad (3)$$

$$R_t = t - \tau_{N(t)}, \quad (4)$$

где (3) есть *прямое остаточное время*, или возраст, а (4) *обратное остаточное время*, или остаточная наработка работающей системы к моменту времени t, τ_i момент i-го отказа. На рис. 1 изображен процесс функционирования восстанавливаемого объекта. На рис. 1 τ_i – моменты отказов (восстановлений), ξ_i – наработки между отказами, V_t – прямое остаточное время, R_t – обратное остаточное время.

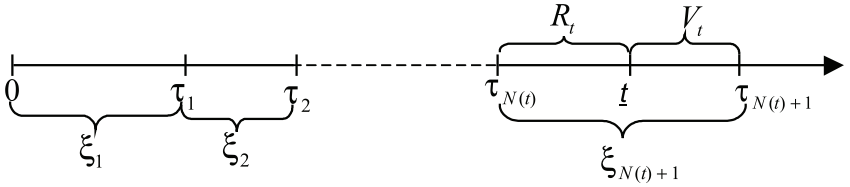


Рис. 1. Процесс функционирования восстанавливаемого объекта

При этом $\{R_i\}$ и $\{V_i\}$ являются однородными марковскими процессами с множеством состояний на оси времени $[0, \infty)$.

В случае однородного потока выражения для определения среднего прямого и обратного остаточного времен представляют собой уравнения Вольтера 2-го рода [5].

$$V(t) = \int_t^\infty P(x)dx + \int_0^t V(\tau) f_\xi(t-\tau)d\tau;$$

$$R(t) = tP(t) + \int_0^t R(\tau) f_\xi(t-\tau)\,d\tau.$$

Для практики более важной характеристикой является прямое остаточное время, так как оно показывает среднюю наработку изделия от некоторого текущего момента времени t до очередного отказа.

Таким образом, рассмотрены основные характеристики надежности, интересующие исследователя на этапе анализа опыта эксплуатации установок. Отметим, что при изучении опыта эксплуатации современного оборудования приходится сталкиваться с определенными особенностями. В частности, необходимо иметь ввиду, что современное оборудование относится к классу высоконадежного оборудования. Его отказы события редкие. Ввиду этого приходится иметь дело со статистическими данными малого объема. Кроме того, наблюдаемые данные помимо полных наработок (наблюдения завершившиеся отказом) содержат всевозможную цензурированную информацию (информацию с различного рода неопределенностями). В связи с этим практика современных исследований предъявляет требования наряду с точечным оцениванием характеристик надежности проводить интервальное оценивание. Рассмотрим основные результаты интервального оценивания приведенных ранее характеристик.

Интервальное оценивание характеристик надежности

Доверительные границы для плотности распределения

Рассмотрим вначале построение доверительных границ для ядерной оценки плотности распределения, полученной по данным, содержащим только полные наработки. Пусть у нас есть выборка $\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n$, представляющая собой результаты наблюдений за некоторым случайным параметром. Запишем выражение для ядерной оценки плотности распределения этого параметра

$$f_\xi(t) = \frac{1}{n\sigma}\sum_{i=1}^{n} V\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right).$$

Обозначим $\eta_i = \frac{1}{\sigma} V\left(\frac{t-\xi_i}{\sigma}\right)$.

Случайные величины η_i являются независимыми и одинаково распределёнными (н.о.р.с.в.). Тогда, согласно центральной предельной теореме (ЦПТ), при больших n получим

$$f_\xi(t) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta_i \overset{as}{\sim} N\left(M_\eta, \sqrt{\frac{D_\eta}{n}}\right), \quad (5)$$

где M_η, D_η – математическое ожидание и дисперсия случайной величины η.

При небольших значениях числа n для построения доверительных границ можно воспользоваться распределением Стьюдента с n степенями свободы:

$$\frac{M_\eta(t) - f_\xi(t)}{\sqrt{D_\eta(t)/n}} \sim t_n.$$

Тогда получим:

$$f_\xi(t) - t_{n,\alpha/2}\sqrt{\frac{D_\eta(t)}{n}} \le M_\eta(t) \le f_\xi(t) + t_{n,\alpha/2}\sqrt{\frac{D_\eta(t)}{n}}. \quad (6)$$

Значения математического ожидания и дисперсии случайной величины η рассчитываются следующим образом:

$$M_\eta(t) = \frac{1}{\sigma}\int_\Omega V\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right) f_\xi(\tau)d\tau,$$

$$D_\eta(t) = \frac{1}{\sigma^2}\int_\Omega V^2\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right) f_\xi(\tau)d\tau - M_\eta^2(t). \quad (7)$$

Доверительные интервалы для вероятности безотказной работы

Используя формулу (6), достаточно просто рассчитать доверительные интервалы для ВБР. Обозначим $f_в(t)$ и $f_н(t)$ верхнюю и нижнюю границы доверительного интервала для плотности распределения, которые определяем из выражений

$$f_н(t) = f_\xi(t) - t_{n,\alpha/2}\sqrt{\frac{D_\eta(t)}{n}};$$

$$f_в(t) = f_\xi(t) + t_{n,\alpha/2}\sqrt{\frac{D_\eta(t)}{n}}.$$

Тогда доверительные границы для оценки ВБР можно записать в следующем виде:

$$1-\int_0^t f_B(t)dx \le P(t) \le 1-\int_0^t f_H(t)dx.$$

Доверительные границы для интенсивности отказов

Рассмотрим построение доверительных границ для ядерной оценки интенсивности отказа. Оценку интенсивности отказа будем рассчитывать в виде

$$\widehat{\lambda}(t) = \frac{\widehat{f}_{\xi,n}(t)}{1-\widehat{F}_{\xi,n}(t)},$$

где $\widehat{F}_{\xi,n}(t)$ и $\widehat{f}_{\xi,n}(t)$ ядерные оценки функции и плотности распределения соответственно.

Как уже было показано, для оценки плотности распределения, построенной по полным наработкам, справедливо выражение (5).

С другой стороны, последовательность случайных величин

$$1-\widehat{F}_{\xi,n}(t) \underset{n\to\infty}{\to} 1-F_{ист}(t),$$

где $F_{ист}(t)$ – истинное значение оцениваемой функции распределения случайной величины ξ. Согласно [7], получим при $n \to \infty$

$$\frac{\widehat{f}_{\xi,n}(t)}{1-F_{\xi,n}(t)} \sim N\left(\frac{M_\eta(t)}{1-F(t)}, \sqrt{\frac{D_\eta(t)}{n}}\frac{1}{1-F(t)}\right).$$

И для небольших n:

$$\lambda(t) - t_{n,\alpha/2}\sqrt{\frac{D_\eta(t)}{n}}\frac{1}{1-F(t)} \le M_\lambda(t) = \frac{M_\eta(t)}{1-F(t)} \le \lambda(t) + t_{n,\alpha/2}\sqrt{\frac{D_\eta(t)}{n}}\frac{1}{1-F(t)}.$$

M_η и D_η посчитаны при построении доверительных границ ядерной оценки плотности распределения (7).

Доверительные интервалы для среднего прямого и обратного остаточного времени

Определение точности оценки математического ожидания прямого остаточного времени в сформулированных начальных условиях является достаточно сложной задачей. В случае непараметрического оценивания на данный момент не решено, каким образом можно получить оценку для дисперсии прямого остаточного времени. Поэтому авторами было предложено проводить оценивание точности бутстреп-методом.

Суть бутстреп-метода заключается в том, что теоретическое распределение генеральной совокупности заменяется выборочным. Далее происходит переход от одновыборочной схемы наблюдений к схеме многих выборок того же объема, которые извлекаются из первоначальной выборки и имеют распределение, совпадающее с выборочным. Эта процедура позволяет производить построение выборочного распределения оцениваемого параметра без каких-либо дополнительных предположений и строить непараметрические доверительные интервалы.

Рассмотрим применение бутстреп-метода для построения доверительных интервалов оценки прямого остаточного времени:

Шаг 1. Для конкретного оборудования имеем выборку наработок $\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n$. На основании этой выборки получаем оценку $\widehat{V}$ среднего прямого остаточного времени.

Шаг 2. Моделируем новую выборку**,** для чего из первоначальной выборки $\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n$ извлекают случайную выборку объема n – $\xi_1^*, \xi_2^*, ..., \xi_n^*$. На этом шаге не получается перестановочного распределения, поскольку значения ξ_i^* отбираются из первоначальной выборки с возвращением. Получаем оценку $\widehat{V}_1^*$.

Шаг 3. Многократно повторяем шаг 2, получаем бутстреп-оценки $\widehat{V}_1^*, \widehat{V}_2^*, ..., \widehat{V}_r^*$.

Шаг 4. Для схемы непараметрического оценивания границы доверительных интервалов определяются следующим образом:

1. Выбираем уровень α, соответствующий доверительной вероятности 1 – 2α;

2. Для данного α определяем границы интервалов, удовлетворяющих следующим соотношениям:

$$\alpha = \frac{d\left(V_i^* \le V_H^*\right)}{r}; \qquad (8)$$

$$1-\alpha = \frac{d\left(V_i^* \le V_B^*\right)}{r}, \qquad (9)$$

где r – объем бутстреп-повторений; $d\left(V_i^* \le V_{в(н)}^*\right)$ – количество оценок параметра V из числа бутстреп-повторений $\hat{V}_1^*, \hat{V}_2^*, ..., \hat{V}_r^*$, принявших значения, меньшие чем $V_в^*$ (или $V_н^*$). В данном случае оценки $V_в^*$ и $V_н^*$, определяемые выражениями (8) и (9), будут характеризовать приближенный доверительный интервал, соответствующий доверительной вероятности 1 – 2α. Доверительную вероятность обычно принимают на уровне 0,9–0,95.

Пример применения методики расчета характеристик надежности

Рассмотрим применение описанной процедуры для определения характеристик надежности и оценки точности полученных характеристик на примере объектов, работающих в составе штатного оборудования атомных электростанций.

Авторами данной работы проведен сбор эксплуатационной информации о функционировании большой группы оборудования систем важных для безопасности атомных электростанций. В данной статье приведем пример расчета показателей для одного из устройств (УНО-100М-01 – устройство системы автоматического контроля радиационной безопасности), для которого проводился анализ. В базе данных, содержащей информацию о функционировании оборудования, представлены данные о работе 41 однотипного устройства УНО-100М-01. В процессе эксплуатации данной совокупности было зафиксировано 879 отказов за 14 лет наблюдений. На основании данной информации были определены наработки устройств между отказами и проведена обработка данных по изложенной методике. Результаты обработки представлены на рис. 2–6. На рис. 2 представлено поведение плотности распределения наработки между отказами, на рис. 3 – функции «вероятность безотказной работы», на рис. 4 – интенсивности отказов, на рис. 5 – среднего прямого остаточного времени. Следует отметить, что для всех показателей надежности проведены расчеты не только точечных оценок, но и представлены доверительные границы с уровнем доверительной вероятности, равной 0,90.

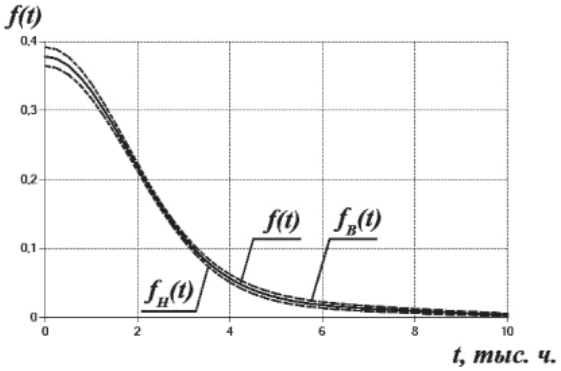


Рис. 2. Плотность распределения наработки между отказами

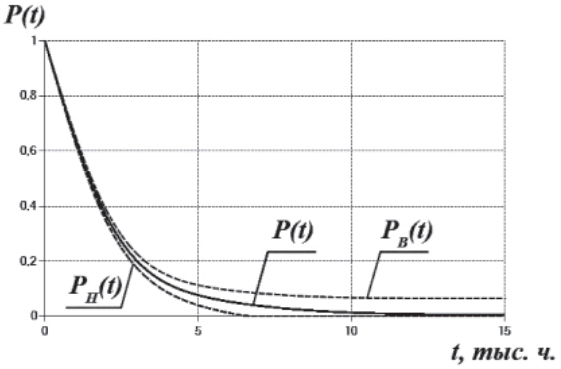


Рис. 3. Вероятность безотказной работы

Проведем анализ результатов. Особый интерес представляет «спектральный анализ» интенсивности отказа (см. рис. 4). Помимо статистического шума каждый всплеск (горб) функции интенсивности отказа может быть обусловлен объективными причинами отказов. В рассматриваемом случае функция интенсивности отказа по оси наработок имеет три горба. Первый наблюдается при наработках в 2,5–3 тысяч часов, второй при 9–10 тысячах часов, третий приходится на конец интервала построения показателей надежности (наработки свыше 25 тысяч часов). После получения данных результатов возникла необходимость заново проанализировать таблицы отказов. В процессе данного анализа выяснилось, что на указанных временных интервалах наблюдается относительное увеличение количества отказов. Причем на каждом из интервалов удалось установить доминирующую причину отказов.

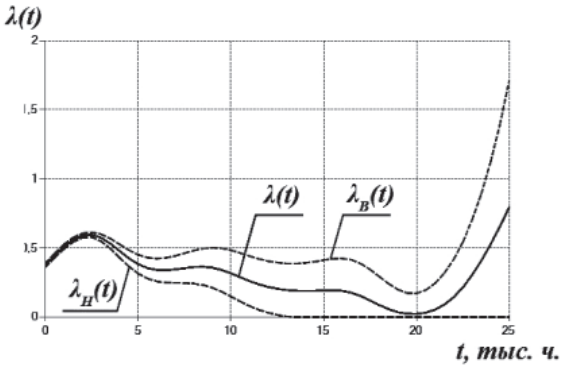


Рис. 4. Интенсивность отказов

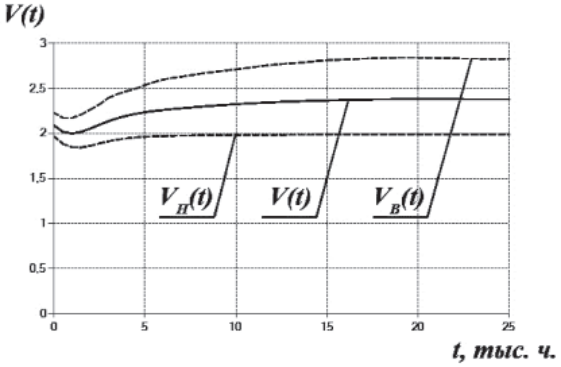


Рис. 5. Среднее прямое остаточное время

Технологический анализ причин отказов в зоне экстремумов показывает, что первый горб связан с недостатками в технологии выполнения ремонтных операций, включая профилактические работы. Действительно, если вернуться к данным об отказах, то можно заметить, что 60% отказов в период, соответствующий первому всплеску интенсивности, были обусловлены недостатками технического обслуживания и ремонта. Второй горб связан с отказами отдельных составных частей рассматриваемых устройств, обусловленных несовершенством их конструкции. 65% отказов в период, соответствующий второму всплеску интенсивности, произошли именно по этой причине. Третий горб функции интенсивности отказов можно объяснить ошибками расчета, возникающими на границе области определения функции интенсивности отказов, ввиду малого объема данных об отказах в соответствующий промежуток времени.

Заключение

В статье показана возможность применения непараметрических методов оценки показателей надежности уникального высоконадежного оборудования. Для построения плотности распределения положительно определенной случайной величины использовано гауссовское ядро с зеркальным отображением. Важно отметить, что непараметрические методы позволяют провести дополнительный углубленный технологический анализ надежности, в частности, спектральный анализ интенсивности отказов, что несвойственно параметрическим методам. Современное состояние технологической базы предъявляет требования проведения не только точечного, но и интервального оценивания характеристик надежности. В статье изложены процедуры аналитического расчета границ доверительного интервала ряда характеристик, а также приведена бутстреп-процедура вычисления доверительных интервалов среднего прямого остаточного времени.

Список литературы

1. Антонов А.В. Системный анализ: учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 2008. – 454 с.

2. Антонов А.В., Чепурко В.А. Построение непараметрической плотности распределения на основании цензурированной информации // Надежность. – 2005. – №2. – С. 3–13.

3. Антонов А.В., Зюляева Н.Г., Чепурко В.А. Исследование метода ядерной оценки плотности распределения // Надежность. – 2007. – №1. – С. 3–12.

4. Статистический анализ эксплуатационной надежности электронасосных агрегатов ЦН 60-180 реакторов ВВЭР методами ядерного оценивания / А.В. Антонов, Н.Г. Зюляева, В.А. Чепурко, А.Я. Белоусов, В.В. Таратунин // Известия вузов РФ. Ядерная энергетика. – 2009. – №3. – С. 5–14.

5. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. – М.: Радио и связь, 1988. – 392 с.

6. Parzen E. On estimation of a probability density function and mode // Annals of Mathematical Statistics. – 1962. – №33. – P. 1065–1076.

7. Rozenblatt M. Remark on some nonparametric estimates of a density function // Annals of Mathematical Statistics. – 1956. – №27. – P. 832–837.

Рецензенты:

Острейковский В.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры информатики и вычислительной техники Сургутского государственного университета ХМАО-Югры, г. Сургут;

Перегуда А.И., д.т.н., профессор кафедры «Экономика и управление» Калужского филиала Российского государственного социального университета, г. Калуга.

Работа поступила в редакцию 07.07.2011.

УДК 004.896

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Астахова И.Ф., Пшеничных А.А.

ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж, e-mail: astachova@list.ru

Целью работы является разработка моделей, методов и алгоритмов тестирования и оценки знаний студентов для дистанционного образования. Предметом исследования являются модели компьютерных моделей автоматизации тестирования знаний студентов. Тема работы связана с переходом на новые стандарты оценки знаний и компетентности студентов. При разработке использовались методы искусственного интеллекта – метод виртуальных организаций(метод виртуального компьютера), методы трансляции, методы объектно-ориентированного программирования. Результатом работы является программный продукт, соединяющий воедино модели, методы и алгоритмы оценки знаний студентов. Программный продукт используется в Воронежском госуниверситете при чтении курса информатики на 1 курсе у студентов, может использоваться при чтении других курсов по любым дисциплинам для организации дистанционного образования. Выводы: результаты вычислительного эксперимента показали перспективность использования программного продукта в учебном процессе, он позволяет сократить трудозатраты преподавателя и более объективно оценивать знания студентов.

Ключевые слова: виртуальная машина, компилятор, case-средства проектирования системы

WORKING OUT OF MODELS AND METHODS AUTOMATION OF TRAINING AND CHECKING FACILITY OF STUDENTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Astachova I.F., Pshenichnykh A.A.

Voronezh state university, Voronezh, e-mail: astachova@list.ru

The aim is to develop models, methods and algorithms for testing and assessing students for distance education. The subject of the study are models of computer models of automated testing students' knowledge. The theme or this work associated with the transition to new standards for assessing the knowledge and competence of students. In developing the method we used an artificial intelligence method of virtual organizations (virtual machine method), the methods of translation, objective models. Result is a software which connects together the models, methods and algorithms for assessing students. The software product is used at the Voronezh State University Computer Science course in reading for a course the students can use when reading the other courses in all disciplines for the organization of distance education . Conclusions: Results of computational experiments have shown the promise of software in the learning process, it reduces labor costs and more teachers to objectively evaluate students' knowledge.

Keywords: virtual machine, compilation, case- decision of system projection

В последнее время уделяется большое внимание разработке автоматизированных обучающих систем (АОС), позволяющих студенту в интерактивном режиме изучить и закрепить материал, а также проверить свои знания.

АОС – это совокупность связанных в единое целое технических, программно-алгоритмических, лингвистических и информационно-методических средств, предназначенных для автоматизации обучающего диалога, поиска и обработки учебной информации и подведения итогов обучения [2].

Программное обеспечение АОС выступает по отношению к ОС как пакет прикладных программ. В составе программного обеспечения АОС выделяют системное программное обеспечение (СПО) и предметное обеспечение.

В настоящее время отсутствует единая автоматизированная обучающая система по языку программирования Паскаль по многим компонентам: компилятора с виртуальной машиной; визуализатора, отображающего на экране работу со всеми структурами данных; практического раздела, состоящего из удобной среды для разработки программ; теоретического раздела; справочного раздела; экзаменационного раздела, в рамках которого раздел теории не доступен пользователю, сдающему экзамен; статистического раздела; приложения для работы с базой данных, которая содержит информацию о заданиях, пользователях студентах и преподавателях [1].

Цель работы состоит в разработке моделей и методов автоматизации обучения и контроля по алгоритмизации и программированию на языке Pascal, которые реализует тестирование знаний учащихся, хранение и представление информации о заданиях, студентах и преподавателях и позволяет пошагово выполнять команды языка программирования Паскаль. Разрабатываемая система состоит из [3-4]:

- компилятора языка Turbo Pascal 7.0 с виртуальной машиной;
- визуализатора, отображающего на экране работу со всеми структурами данных;
- практического раздела, состоящего из удобной среды для разработки программ;

теоретического раздела:

• теоретического материала по курсу программирования на языке Pascal;

• демонстрационных примеров к каждому разделу, которые можно выполнять во встроенном визуализаторе, добавлять, удалять и редактировать из справочного раздела:

• справочной информации о синтаксисе языка Pascal;

• стандартных процедур и функций языка Pascal;

• сообщений об ошибках (компиляции, времени выполнения и.т.д.);

• экзаменационного раздела, в рамках которого раздел теории не доступен пользователю, сдающему экзамен:

• тестов для проверки усвоенного материала;

• заданий для проведения экзамена в рамках АОС, которые можно добавлять, удалять и редактировать;

статистического раздела:

• отчеты о работе для студента;

• отчеты о работе своих студентов для преподавателя;

• создание контрольно-измерительных материалов;

• раздела помощи в работе с АОС;

• приложения для работы с базой данных, которая содержит информацию о заданиях, пользователях студентах и преподавателях.

Отличительные особенности курса:

• наличие компилятора, специально написанного для этой АОС, который выдает сообщения для визуализатора;

• визуализация процесса выполнения программы, созданной студентом;

возможность в процессе работы:

• просмотр значений любых описанных им данных;

• пошаговое выполнение программы, это позволяет пользователю в любой момент видеть значение переменной, состояние читаемого файла;

• наблюдение за процессом создания, удаления и изменения записей или элементов массива;

• просмотр значений динамических структур данных (указатели, стеки, деревья, очереди), что позволит нагляднее показать студенту работу с этими структурами данных;

• возможность выполнения демонстрационных примеров во встроенном визуализаторе;

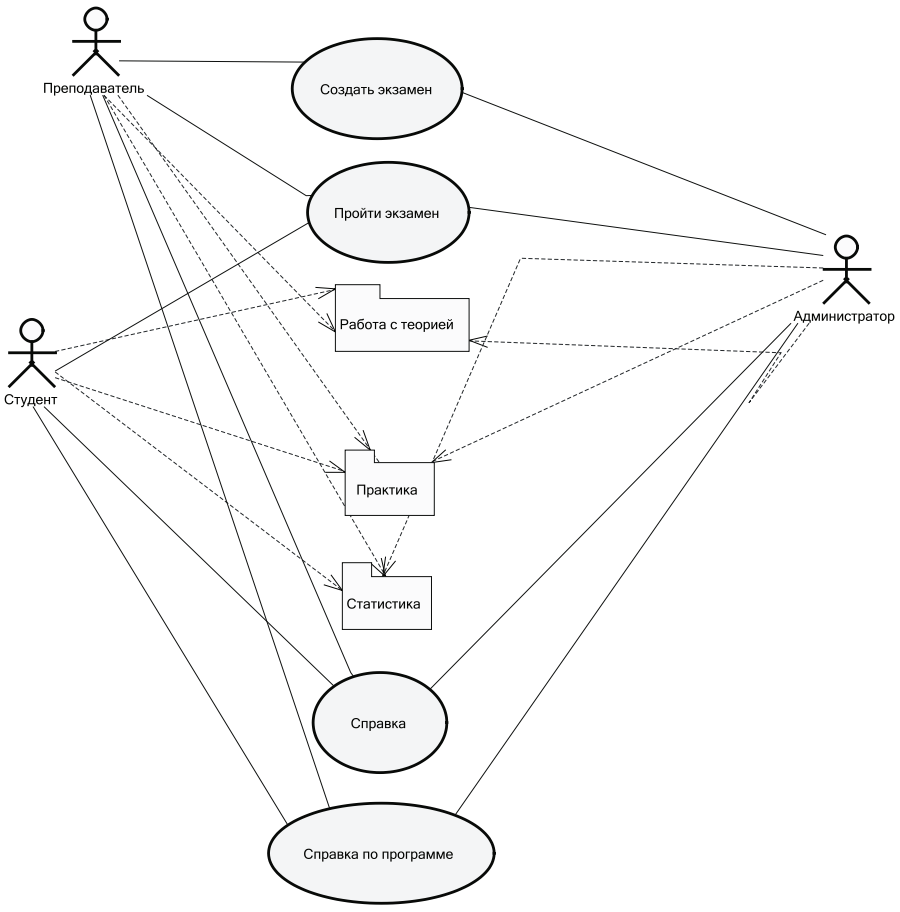


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

• наглядность форм представления информации и возможность быстро получить интересующую справку;

• дружественный интерфейс для студента и преподавателя;

• возможность составлять и распечатывать контрольно-измерительные материалы, статистические отчеты работы студента;

• простота модификации информации о заданиях, студентах и преподавателях с помощью специально созданной утилиты;

• разграничение прав доступа к информации, содержащейся в базе данных, а именно: студентам доступна информация только об их работе, а преподавателям только о работе их студентов.

В системе «Паскаль» предусмотрена возможность исполнения программ по шагам, написанных на языке Pascal, визуализация выполнения каждого шага. Под визуализацией выполнения программы понимается возможность отображения состояния программы в любой момент времени ее выполнения, отображения созданных программой структур данных, а также динамическое изменение отображаемой информации в зависимости от текущего состояния программы.

Для реализации этих требований необходимо разработать свой компилятор языка Pascal и средства для выполнения программ. Таким средством оказалась виртуальная машина. Проектируемая виртуальная машина должна выполнять программы и иметь средства для просмотра и анализа текущего состояния выполняемой на ней программы, т.е. состояния памяти, сведений об открытых файлах и т.д.

Таким образом, задача разбивается на две:

1) создать виртуальную машину, удовлетворяющую указанным требованиям;

2) создать компилятор языка Pascal в код виртуальной машины.

Средством реализации выбрана среда программирования Delphi 7 с использованием СУБД Interbase 6.5 и генератор отчетов Rave Reports 5.0. Для разработки программного комплекса АОС Паскаль были использованы сторонние компоненты, такие как Development Express и EurikaLog 5.1.11 [5].

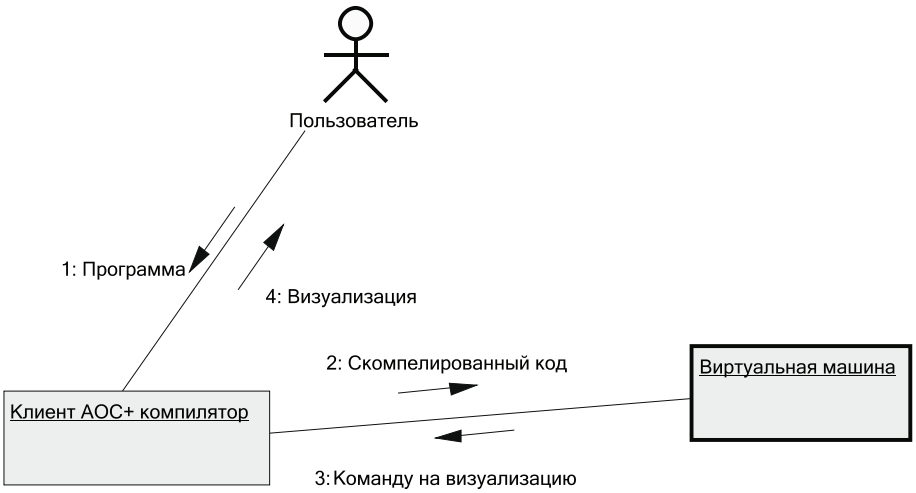


Рис. 2. Общая схема взаимодействия функциональных блоков

Программный комплекс разработан как многопоточное приложение. Многопоточность позволяет параллельно выполнять отдельные участки программ на ЭВМ с несколькими процессорами, или выполнять их на одном процессоре «псевдопараллельно», использую механизм вытесняющей многозадачности Windows. Эта функциональность позволяет пользователю работать с системой АОС Паскаль параллельно процессу компиляции и визуализации и решает проблему «замирания» пользовательского интерфейса. Например, пользователь может остановить процесс визуализации не дожидаясь его окончания, открыть справочную информацию о языке программирования Паскаль или встроенную в систему справку о комплексе «АОС Паскаль» параллельно обработке написанной или взятой из примеров программы.

Компилятор может быть условно разделен на три основные части:

• лексический анализатор;

• синтаксический и семантический анализатор;

• генератор кода.

Лексический анализатор обеспечивает представление входной программы на языке Pascal в виде последовательности лексем. Синтаксический и семантический анализатор проверяет корректности входной программы с точки зрения правил языка Pascal. Генератор кода создает выходную программу в виде исполняемого файла для виртуальной машины. Структура классов представлена на рис. 4.

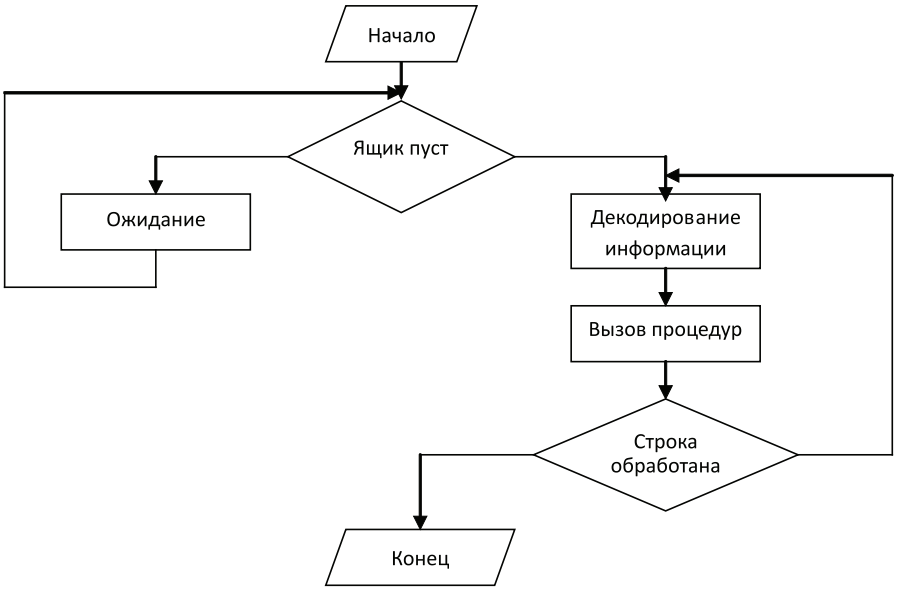


Рис. 3. Блок-схема работы визуализатора

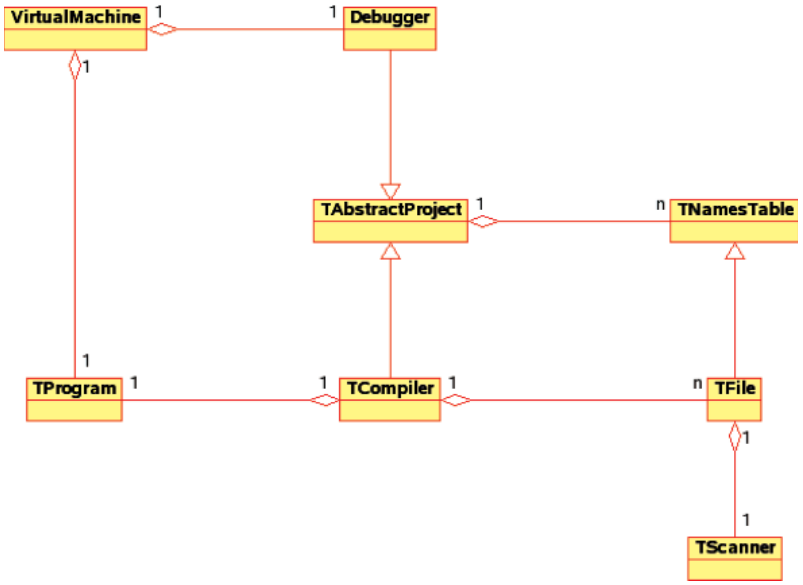


Рис. 4. Структура классов для реализации компилятора

Выводы

1. Разработан компилятор в «АОС Паскаль».

2. Разработана виртуальная машина, как основной метод организации компилятора.

Список литературы

1. Астахова И.Ф. СУБД: Язык SQL в примерах и задачах / И.Ф. Астахова, А.П. Толстобров, В.М. Мельников, В.В. Фертиков. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 174 с.

2. Системы искусственного интеллекта. Практический курс / И.Ф. Астахова, В.А. Чулюков, А.С. Потапов и др. – М.: ФИТЗМАТЛИТ, 2008. – 310 с.

3. Программное и учетно-методическое обеспечение автоматизации обучения программированию / А.В. Поцюс, А.А. Пшеничных, А.Н. Черкасов, Г.А. Чопоров // Новые информационные технологии: XV международная студенческая школа-семинар, май 2007 г. – М., 2007. – С. 332.

4. Пшеничных А.А. Мультиагентные системы в организации учебного процесса и принятие решений на основе относительной важности критериев в них // Вестник Воронежского технического университета. – 2009. – Т.5, № 12. – С. 110–112.

5. Пшеничных А.А. ПРОФОС № 2010614533 //Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ. – М.: Рук. Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 9 июля 2010. – 60 с.

Рецензенты:

Сербулов Ю.С., д.т.н., профессор, проректор по научной работе, зав. кафедрой информационных систем Воронежского института высоких технологий, г. Воронеж;

Ряжских В.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой высшей математики Воронежской государственной технологической академии, г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 31.05.2011.

УДК 621.91.02

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Бибик В.Л.

Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, Юрга, e-mail: bibik@tpu.ru

В статье рассмотрены методы прогнозирования стойкости металлорежущего инструмента, основанные на использовании параметров, характеризующих материал режущего инструмента, которые базируются на различии численных значений характеристик физико-химических свойств инструментального материала в зависимости от колебаний его состава, структуры и параметров процесса изготовления. Эти методы позволяют получить информацию, необходимую для прогнозирования стойкости инструмента вне процесса резания, например на стадии изготовления режущего инструмента. В качестве перспективного метода прогнозирования предлагается использовать методы, основанные на регистрации теплофизических свойств инструментального материала.

Ключевые слова: металлорежущие инструменты, стойкость металлорежущего инструмента

METALL-CUTTING TOOL LIFE FORECASTING METHODS

Bibik V.L.

Yurga Institute of Technology of Tomsk Polytechnic University, Yurga e-mail: bibik@tpu.ru

The methods of forecasting metal-cutting tool life, based on the use of the parameters characterizing the material of the cutting tool which are based on distinction of numerical values of characteristics of physical and chemical properties of the tool material depending on fluctuations of its composition, structure and parameters of the manufacturing process are considered in the paper. These methods allow receiving the information necessary for forecasting the tool life beyond process of cutting, for example at a stage of manufacturing of the cutting tool. Registration of thermophysical properties of the tool material are offered to be used as a promising technique.

Keywords: cutting tools, tool life

Вследствие своего состава и технологии изготовления твердосплавные пластины обладают разбросом физико-химических характеристик, что приводит к большому разбросу износостойкости, которая для пластинок одной марки, но разных партий изготовления может отличаться в десятки раз, в пределах одной партии изготовления – в несколько раз, для разных вершин одной и той же пластинки – 1,5–3 раза [1].

В то же время станки с ЧПУ, работающие без участия оператора, предъявляют повышенные требования к однородности режущих свойств твердосплавных пластинок. Кроме этого, в современном машиностроительном производстве широко применяются сборные режущие инструменты, например торцевые фрезы, при использовании которых в процессе резания одновременно участвует несколько пластинок. Если эти пластинки обладают большим разбросом стойкости, то при использовании интенсивных режимов резания возникает опасность, что некоторые из них выйдут из строя преждевременно. Это может привести либо к браку, либо к поломке дорогостоящего инструмента. В связи с этим задача предсказания периода стойкости твердосплавных пластин представляется весьма актуальной.

Способы прогнозирования периода стойкости режущих инструментов можно разделить на три группы.

В первую группу входят способы, основанные на измерении некоторых характеристик процесса резания, например термоЭДС, силы резания и т.п., связанных со стойкостью инструмента. Для реализации этих способов необходимо кратковременное проведение процесса резания данным инструментом в условиях, близких к эксплуатационным. Существенным недостатком этой группы прогнозирования являются затраты времени, труда, материалов, связанные с необходимостью проведения процесса резания.

Ко второй группе относятся способы, основанные на различных теоретических моделях изнашивания режущих инструментов. Аналитические методы прогнозирования лишены этих недостатков, присущих первой группе, но, как правило, формулы для расчета периода стойкости имеют трудноопределимые или неизвестные параметры.

В третью группу входят способы, основанные на связи стойкости инструмента с каким-либо физическим свойством инструментального материала, количественные характеристики которого могут быть измерены без проведения реза-

ния. Способы третьей группы достаточно легко и быстро реализуются с помощью универсальной или специальной аппаратуры.

Методы прогнозирования периода стойкости режущего инструмента, основанные на использовании параметров, характеризующих материал режущего инструмента, базируются на различии численных значений характеристик физико-химических свойств инструментального материала в зависимости от колебаний его состава, структуры и параметров процесса изготовления. Эти методы позволяют получить информацию, необходимую для прогнозирования вне процесса резания, например на стадии изготовления режущего инструмента.

Имеются различные подходы к осуществлению таких методов прогнозирования. Так, в работе Э.С. Горкунова [6] отмечается, что структурные изменения в твердых сплавах влияют как на прочностные, так и на магнитные свойства, и предполагается, что по магнитным свойствам можно оценивать не только твердость, предел прочности, но и специальные эксплуатационные свойства, такие как стойкость режущего инструмента. При обработке углеродистой стали У7 твердосплавными пластинами (10% Co, 75% WC и 15% (TiC, TaC, NbC)) пластины с меньшей коэрцитивной силой имеют более высокую степень износа. Сопоставление результатов испытаний со структурой сплавов показало, что для образцов с меньшей коэрцитивной силой характерны более крупные прослойки кобальтовой связки и что для этих образцов характерна меньшая плотность и твердость [6]. Недостатком этого метода является сложность определения коэрцитивной силы образцов больших размеров и (или) сложной формы. Также этот метод применим только к магнитным материалам.

В патенте В.И. Туманова [2] предлагается определять износостойкость твердых сплавов путем помещения пластины в переменное магнитное поле и измерения магнитной проницаемости. По градуировочному графику магнитная проницаемость – стойкость, построенному для эталонного образца, определяют величину стойкости материала.

Д.В. Виноградовым предложен метод определения качества быстрорежущего инструмента по величине микротвердости [5]. Один из показателей качества инструмента – величина дефектного слоя может быть определена по величине приработочного износа. Установлено, что существует корреляционная зависимость между величиной дефектного слоя и эксцессом распределения величины микротвердости на поверхности режущего клина. Инструменты, имеющие большую величину эксцесса распределения значения микротвердости, будут иметь меньшую величину приработочного износа и, следовательно, меньший дефектный слой и лучшее качество. Оценку качества инструмента предлагается производить следующим образом: на поверхностях исследуемых режущих инструментов делают 50...100 наколов алмазной пирамидой на приборе для измерения микротвердости. Затем рассчитывают величину эксцесса распределения значения микротвердости [5]. Эта методика позволяет контролировать качество быстрорежущего инструмента в процессе изготовления, а также определять наилучший, с точки зрения будущей стойкости инструмента, технологический процесс его изготовления. Недостатком данного метода является высокая трудоемкость определения эксцесса распределения значения микротвердости.

В работе [4] в качестве параметра, характеризующего эксплуатационный ресурс твердосплавных неперетачиваемых пластинок, предлагается их удельная электропроводность. Удельную электропроводность измеряли стандартным прибором ВЭ-21Н, имеющим токовихревой преобразователь-измеритель накладного типа. Наименьшая площадь контроля, при которой обеспечена минимальная погрешность прибора, – круг диаметром 15 мм. При обработке коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т пластинами ВК8 меньшим износом и, следовательно, максимальным эксплуатационным ресурсом обладают пластинки с меньшей удельной электропроводностью. Таким образом, измеряя удельную электропроводность неперетачиваемых твердосплавных пластинок, можно неразрушающим способом диагностировать и индивидуально прогнозировать их эксплуатационный ресурс для конкретных условий резания [4]. В связи с тем, что наименьшая площадь контроля данным прибором, – круг диаметром 15 мм, затруднительно прогнозировать стойкость пластин с отверстием и пластин, имеющих небольшие размеры.

В работе [10] исследовано влияние марок инструментального материла с различной теплопроводностью на силы резания и износ резцов. Все условия резания сохранялись постоянными, за исключением инструментального материала, который был единственным изменяющимся параметром. В качестве инструментальных

материалов применялось 9 марок твердых сплавов, охватывающих широкий интервал значений теплопроводности. Установлено, что уменьшение теплопроводности инструментального материала уменьшает действующие на передней поверхности касательную и нормальную составляющие силы резания и способствуют снижению износа по лунке.

В работе [9] даются результаты исследования влияния коэффициента теплопроводности инструментального материала безвольфрамовых твердых сплавов. Изменение коэффициента теплопроводности производилось путем ввода высокотеплопроводного материала в матрицу режущих пластин. Увеличение коэффициента теплопроводности путем ввода твердых интенсификаторов охлаждения из меди приводит к снижению температурной напряженности режущего клина. Это ведет к увеличению стойкости и эксплуатационной надежности металлорежущего инструмента. К недостаткам данного метода можно отнести следующее обстоятельство, введение интенсификаторов меняет структуру поверхностного слоя материала режущего инструмента, что может привести к снижению прочности режущего клина.

Исследованию влияния внутреннего трения материала инструментов на износ посвящена работа [7].

Установлено, что величина внутреннего трения хорошо коррелирует с усталостными свойствами быстрорежущих сталей [7]. Чем выше внутреннее трение, тем ниже работоспособность режущего инструмента. Внутреннее трение резко возрастает при критической температуре. Оптимальный температурный режим резания будет соблюдаться при условии, если оптимальная температура резания будет меньше критической.

Существует широкая группа методов прогнозирования работоспособности инструментов по ультразвуковым свойствам материалов [7]. Методы этой группы позволяют выявить довольно большие структурные дефекты в инструментальном материале. Если инструмент используется на операциях, где хрупкое разрушение имеет преобладающую роль, методы ультразвукового неразрушающего контроля позволяют отбраковать пластины с очевидными структурными дефектами.

Лазерно-акустический метод, согласно [7] можно применять для оценки трещиностойкости инструментальных материалов. Этот метод позволяет производить отбраковку и аттестацию изделий в промышленных условиях массового производства режущих инструментов. Параметром оценки трещиностойкости при данном методе является пороговое значение энергии, характеризующееся резким ростом акустической эмиссии, т.е. резким ростом числа актов разрушения.

В работах [3, 8] предлагается использовать в качестве информационной характеристики коэффициент температуропроводности инструментального материала. Этот метод позволяет прогнозировать стойкость сменных многогранных твердосплавных пластин.

Метод осуществляется следующим образом. Контролируемую пластину помещают в теплоизолированную измерительную камеру и посредством лампы-вспышки [3] или лазером [8] облучают коротко-действующим световым потоком, фиксируют хронологическую термограмму противоположной стороны пластины. По хронологической термограмме определяют коэффициент температуропроводности. Износ инструмента в партии определяют по коэффициенту температуропроводности и градуировочной зависимости фаски износа от коэффициента температуропроводности. График строится по результатам стойкостных испытаний нескольких пластин [3, 8].

Данный способ, при облучении исследуемой пластины лазером, позволяет прогнозировать стойкость каждой вершины многогранной пластины [8], а также может использоваться для прогнозирования стойкости пластин сложной формы.

Общим недостатком методов прогнозирования стойкости с помощью параметров, характеризующих материал режущего инструмента, является то, что анализ физико-химических показателей материала инструмента позволяет судить об относительной стойкости одного режущего инструмента по сравнению с другим. Для установления корреляционной связи физико-химических показателей со стойкостью необходимо дополнительное проведение стойкостных испытаний с использованием заготовок из требуемого материала. Не исключено, однако, что в будущем можно будет судить о стойкости на основании комплексного анализа физико-химических показателей режущего и обрабатываемого материалов без проведения дополнительных стойкостных испытаний.

Список литературы

1. Абрамян Н.С. К вопросу о стабильности твердосплавных многогранных режущих пластинок // Современные проблемы резания инструментами из твердых материалов: тезисы докладов Всесоюзн. научной конф. – Харьков, 1981. – С. 5–6.

2. А.с. 875265 СССР. МКИ G01 N3/56. Способ определения износостойкости твердых сплавов / В.И. Туманов, Э.Ф. Эйхманс и др. – № 2883121/25-28; Заявл. 13.02.80; Опубл. 23.10.81, Бюл. № 39.

3. А.с. 1651155 СССР, МКИ5 G01 N3/58. Способ прогнозирования режущих свойств партии твердосплавных инструментов / В.П. Вавилов, В.А. Пушных, В.В. Ширяев, А.В. Шипулин. – № 4633651/28; Заявл. 07.12.88; Опубл. 23.05.91, Бюл. № 19.

4. Болотин Ю.З., Грановский В.Г. Диагностика ресурса режущего инструмента // Машиностроитель. – 1989. – № 11. – С. 30.

5. Виноградов Д.В. Оценка качества быстрорежущего инструмента // Изв. вузов. Машиностроение. – 1993. – № 10–12. – С. 121–125.

6. Горкунов Э.С., Ульянов А.И. Магнитные свойства и методы контроля изделий из порошковых вольфрамокобальтовых твердых сплавов // Дефектоскопия. – 1995. – № 2. – С. 15–42.

7. Кабалдин Ю.Г., Мокритский Б.Я. Современные методы конструирования, контроля качества и прогнозирования работоспособности режущего инструмента. – Владивосток: Изд. Дальневосточного университета, 1990. – 124 с.

8. Способ контроля режущих свойств партии твердосплавных инструментов: патент №2303253 (РФ) G01N 3/58 / Вавилов В.П., Пушных В.А., Ципилев В.П., Ширяев В.В, Бибик В.Л. – Заявл. 15.02.2006. Опубл. 20.07.2007. Бюл. №20.

9. Сафиуллин В.Н., Ахмаров Р.Г., Меметов С.Ш. Исследование влияния теплопроводности инструментального материала на тепловую напряженность в режущем клине // Изв. вузов. Машиностроение. – 1990. – № 1. – С. 152–156.

10. Friedman M.Y., Lenz E. The effect of thermal conductivity of tool material on cutting forces and crater wear rate // Wear. – 1973. – Vol. 25, № 1. – P. 39–44.

Рецензенты:

Клименов В.А., д.т.н., профессор, проректор-директор Института неразрушающего контроля Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск;

Петрушин С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии автоматизированного производства Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 25.07.2011.

УДК 004.75

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ В РАМКАХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВУЗОВ

Бубарева О.А., Попов Ф.А., Ануфриева Н.Ю.

Бийский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Бийск, e-mail: angel@bti.secna.ru

Рассмотрена проблема интеграции информации в процессе разработки и сопровождения интегрированной автоматизированной информационной системы (ИАИС) вуза, предложен подход к ее эффективному решению на основе использования семантических моделей данных, построенных с использованием онтологий. Отличительной особенностью подхода является расширение семантической модели за счет включения в нее сведений о таких предметных областях деятельности вуза, как управление качеством образования, ИТ-область, управление процессами. Использование данного подхода при построении ИАИС позволило объединить данные из разных источников с сохранением качества интегрированной информации, в т.ч. ее целостности и достоверности.

Ключевые слова: интеграция, онтологический подход, автоматизированная информационная система, качество данных

USE OF ONTOLOGIES TO INTEGRATE DATA WITHIN AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM UNIVERSITIES

Bubareva O.A., Popov F.A., Anufrieva N.Y.

Biysk institute of technology (branch) of the state educational institution of the higher occupational education «the Altay state technical university of I.I. Polzunova», Biisk, e-mail: angel@bti.secna.ru

The problem of information integration in the process of developing and maintaining integrated automated information system (IAIS), the University, proposed an approach for its effective solution based on the use of semantic data models built using ontologies. A distinctive feature of the approach is to extendthe semantic model by the inclusion of information on these subjectareas the University, as quality management education, IT area, the management processes. Using this approach in constructing the IAIS allowed to combine data from different sources while maintaining the quality of integrated information, including its integrity and authenticity.

Keywords: Integration, the ontological approach, an automated information system, quality of data

Проблема интеграции баз данных (БД), унификации доступа к централизованным данным с целью формирования агрегированной информации для последующего анализа особенно актуальна в настоящее время для вузов в связи с разработками в них и особенностями построения интегрированных автоматизированных информационных систем (ИАИС), обеспечивающих автоматизацию и информатизацию всех видов вузовской деятельности [3].

Данная проблема кратко описана в работе [4]. Она особенно остро стоит на этапе сопровождения ИАИС, когда необходимо консолидировать сведения из нескольких, независимо разработанных ИС, уже существующих или вновь разрабатываемых. Обусловлено это тем обстоятельством, что разработчики ИАИС по мере наращивания их функциональности вынуждены постоянно заниматься корректировкой программ и моделей данных, что значительно повышает сложность процессов разработки, сопровождения и эксплуатации систем такого рода.

При этом средства интеграции должны обеспечивать не только унифицированный интерфейс к унаследованным и новым информационным системам, входящим в состав ИАИС, но и создание информационной инфраструктуры для доступа к корпоративным ресурсам и системам, опирающейся на единые принципы взаимодействия и управления доступом к данным.

Источники данных в ИАИС можно подразделить на транзакционные (операционные) базы данных, хранилища и витрины данных. Операционные источники данных, пополняемые через системы сбора и обработки информации, как правило, не согласованы друг с другом, поэтому для использования в рамках одной ИАИС требуется их консолидация, т.е. объединение. Хранилища и витрины данных (Data Warehouse и Data marts) есть те источники, куда поступает консолидированная информация и из которых извлекаются сведения, необходимые для делового анализа и принятия управленческих решений.

В архитектуре современной ИАИС можно выделить следующие уровни:

– сбор данных и их первичная обработка;

– извлечение данных из операционных источников, их преобразование, консолидация и загрузка в хранилища и витрины, выполняемые с помощью ETL-инструментов (ETL-Extraction, Transformation, Loading), а

также технологий управления содержанием корпорации – ECM (ECM – enterprise content management). Большинство решений ECM направлено на консолидацию и управление неструктурированными данными, такими, как документы, отчеты и web-страницы;

– размещение данных в предметно-ориентированных, интегрированных, некорректируемых, зависимых от времени хранилищах;

– представление данных в витринах, предназначенных для проведения целевого делового анализа;

– собственно анализ данных, реализуемый с помощью так называемых BI-инструментов (Business Intelligence Tools);

– Web-портал, обеспечивающий, с учетом ограничений доступа, пользователей как внутри вуза, так и в любой точке мира необходимой для анализа информацией.

Упомянутая выше консолидация данных является одним из способов их интеграции, понимаемой как обеспечение единого унифицированного интерфейса для доступа к некоторой совокупности неоднородных независимых источников данных [2].

При консолидации важным является вопрос выявления в источниках данных изменений с момента последней передачи их в хранилище, что обусловлено необходимостью поддерживать данные в актуальном состоянии.

Другой способ интеграции – федерализация данных (интеграция в реальном времени), заключается в их извлечении из источников на основании внешних требований, в процессе которого над ними и осуществляются все необходимые преобразования. Если приложение генерирует запрос к информации, то процессор федерализации данных извлекает ее из соответствующих источников, интегрирует таким образом, чтобы она соответствовала единому представлению и требованиям запроса, и отправляет результаты приложению, от которого пришел запрос. Интеграция корпоративной информации (EII – Enterprise information integration) – пример технологии, поддерживающей федеративный подход к интеграции данных. Один из ключевых элементов такой технологии – метаданные, используемые процессором федерализации данных при извлечении их из источников.

Говоря другими словами, при использовании этого метода образуется единое виртуальное информационное пространство, данные в котором могут содержаться в различных источниках, однако информация об их расположении недоступна запрашивающей стороне. Федерализация поддерживает данные в актуальном состоянии и дает возможность ИС оставаться независимыми, но характеризуется трудностями при извлечении и согласовании больших массивов данных, а также сложностью сопровождения ИАИС при изменении одной из входящих в нее систем.

Недостатками метода можно считать семантическую неоднородность при интеграции данных из разных источников, вследствие чего нарушается их качество (полнота, точность).

Третий способ интеграции – распространение данных заключается в переносе информации из одного места в другое при наступлении определенных событий. Обмен данными при этом ведется оперативно, а передаются они синхронно или асинхронно. Большинство технологий синхронного распространения данных поддерживает двусторонний обмен ими между первичными и конечными источниками. Примерами технологий, поддерживающих распространение данных, являются интеграция корпоративных приложений (EAI – Enterprise application integration) и тиражирование корпоративных данных (EDR – Enterprise data replication).

Часто при интеграции информации используется так называемый гибридный подход, суть которого рассмотрена ниже на примере интеграции данных о клиентах (CDI – customer data integration), в качестве которых могут рассматриваться студенты вуза. В этом случае могут быть использованы одновременно как консолидация, так и федерализация данных. Общие данные о студентах (имя, адрес и т.д.) могут быть консолидированы в одном складе, а данные, которые относятся к определенному приложению (например, сведения об успеваемости), могут быть федерализированы. Такой гибридный подход может быть расширен также за счет распространения данных.

Интегрируемыми источниками данных могут быть традиционные системы БД, поддерживающие различные модели данных, репозитории, веб-сайты, файлы структурированных данных и др. При этом возникают проблемы, обусловленные необходимостью хранить, анализировать, обобщать, осуществлять поиск и представлять пользователю на основе удобных пользовательских интерфейсов, с учетом уровня его подготовки, в наглядном виде мультимедийные, неполные и неточные данные, обеспечивать эффективные способы обнаружения моделей существующих наборов данных (Data Mining).

В целом необходимо отметить: обеспечение доступа к данным многих независи-

мых источников через единый интерфейс означает, что речь идет об их единой модели данных.

Разрешается проблема интеграции данных в рамках ИАИС путем последовательного решения следующих задач:

• Разработка принципов построения системы интеграции данных с учетом их семантики;

• Создание глобальной модели данных, являющейся основой единого пользовательского интерфейса в ИАИС;

• Разработка методов отображения локальных моделей данных, поддерживаемых отдельными источниками, в глобальную модель;

• Интеграция понятий, используемых в системах источников данных.

При этом могут иметь место конфликты, обусловленные использованием различных моделей данных для различных источников, в частности: использование различных терминов для обозначения одних и тех же понятий; различного рода семантические конфликты; одни и те же сущности реального мира представляются в разных источниках разными структурами данных.

Все известные методы интеграции данных можно разделить на группы, образующие в совокупности шестиуровневую структуру: интеграция вручную (Manual Integration), общий интерфейс пользователя (Common User Interface), интеграция средствами приложений (Integration by Applications), интеграция средствами программного обеспечения промежуточного слоя (Integration by Middleware), унифицированный доступ к данным (Uniform Data Access), общие системы хранения (Common Data Storage).

В качестве примера общих систем хранения можно назвать операционные БД, создаваемые для хранения «атомарных» данных. Системы распределенных БД (федеративные системы), построенные с использованием аппарата метаданных – пример унифицированного доступа к данным. Программное обеспечение промежуточного слоя может включать компоненты для перемещения данных, для оценки их качества и предварительного анализа, а также для работы с метаданными. Пример общего пользовательского интерфейса – различного рода Интернет-порталы. И, наконец, интеграция вручную осуществляется непосредственно пользователем тогда, когда использование автоматизированных методов невозможно или они не дают нужного эффекта.

Из сказанного видно, что интеграция данных возможна на синтаксическом и семантическом уровнях. При этом возможности интеграции на синтаксическом уровне позволяют лишь интерпретировать множества разнообразных данных как данные из одного источника. Очевидно, что в случае гетерогенных данных, к тому же имеющих разную структуру или вообще неструктурированных, зачастую описывающих одну и ту же проблемную область с использованием различных терминов и понятий, для успешного решения задачи интеграции их семантика должна быть явным образом выражена и сохранена вместе с этими данными.

В связи с этим актуальным при интеграции данных является использование семантически ориентированных технологий, таких как онтологии и дескрипционная логика [1,5]. При этом использование онтологий не только позволяет создавать модели данных, адекватные реальному миру, но и соответствует общему направлению работ в области стандартизации World Wide Web в рамках проекта семантического Web, что позволяет рассматривать проблемы интеграции данных и интеллектуализации WWW с единой точки зрения. Разработанные для этих целей унифицированная модель данных RDF (Resource Decription Framework) и язык веб-онтологий OWL (Web Ontology Language [6]) предоставляют богатые возможности семантического описания распределенных в Интернет сведений.

В семантической модели данных, построенной с использованием онтологий, базовыми структурными элементами являются *глоссарий* и *таксономии, определяющие в совокупности* понятия и классы понятий предметных областей деятельности вуза (образовательная, научно-исследовательская, планово-финансовая и административно-хозяйственная деятельности, управление персоналом, административное управление, управление качеством образования, ИТ-область, управление процессами), отношения между этими понятиями, а также иерархию их классов. Каждый класс при этом характеризуется определенными свойствами, описывающими различные его характеристики с учетом ограничений на свойства. Механизм изменения онтологических описаний реализуется с помощью инструментов создания понятий и отношений между ними, а также редактирования и удаления экземпляров понятий.

Онтологии ИТ-области и области управления процессами при этом занимают особое место во множестве онтологий предметных областей деятельности вуза: первые предназначены для реализации идеи отображения предметных областей на область информационных технологий, вторые обусловлены тем, что все виды де-

ятельности вуза могут быть представлены в виде множества взаимосвязанных бизнес-процессов. В качестве примеров понятий области ИТ можно отметить следующие: База данных; Система управления базами данных; Информационная система; Портал; Операционная система; Вычислительная сеть; Пользователь; Проект; др. Понятия области управления процессами: Бизнес-процесс; Сценарий; Событие; Маршрут; Условие; др.

Описания всех понятий, физических и логических связей между источниками данных и потребляющими эти данные подсистемами ИАИС хранятся в репозитории метаданных. Понятия идентифицируются их именами; в рамках ИАИС имя понятия должно быть уникальным. В репозитории метаданных хранятся также ссылки на все процедуры и сервисы, обеспечивающие поддержание качественной информации.

В целом рассмотренный подход к интеграции данных с использованием онтологий в рамках ИАИС вузов обеспечивает не только консолидацию распределенной информации с сохранением ее качества, но и позволяет автоматизировать изменения в семантике понятий и в источниках данных. Данный подход был успешно применен при построении ИАИС Бийского технологического института, что позволило объединить данные из разных источников с сохранением качества интегрированной информации, в т.ч. ее целостности и достоверности.

Список литературы

1. Бездушный А.А. Математическая модель интеграции данных на основе дескриптивной логики: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2008. – 21 с.

2. Бубарева О.А., Использование интеграции информации для анализа несопоставимых источников данных в информационно-управляющих системах / О.А. Бубарева, Ф.А. Попов // Единая образовательная информационная среда: проблемы и пути развития: труды VIII Международной научно-практической конференции-выставки. – Томск: ТГУ, 2009. – С. 136–137.

3. Бубарева, О.А. К вопросу проектирования автоматизированной системы управления учебным процессом вуза // Телематика'2010: телекоммуникации, веб-технологии, суперкомпьютинг: сборник статей участников Всероссийского конкурса научных работ студентов и аспирантов. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – С. 72–76.

4. Бубарева О.А. Решение проблемы интеграции данных при построении интегрированной автоматизированной информационной системы вуза / О.А. Бубарева, Ф.А. Попов, Н.Ю. Ануфриева // Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – №5. – С. 90–92

5. The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications / F. Baader, D. Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi, P.F. Patel-Schneider // Cambridge University Press. – 2003.

6. OWL Web Ontology Language [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.w3.org/TR/owl-features/ (дата обращения: 17.03.11).

Рецензенты:

Цхай А.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой математики и прикладной информатики Алтайской академии экономики и права, г. Барнаул;

Лебедев А.С., д.т.н., доцент, начальник лаборатории ОАО «ФНПЦ «Алтай», г. Бийск.

Работа поступила в редакцию 07.07.2011.

УДК 630*52:630*174.754

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИОННЫХ УРАВНЕНИЙ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДОДЕПОНИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕСОВ ПРИ ОБНОВЛЕНИИ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ

Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П.

ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, e-mail: mstrk@yandex.ru

Алгоритм создан в целях автоматизации пересчета значений, рассчитываемых путем корреляции эмпирических данных по регрессионным уравнениям, выведенным на основе справочных или эмпирических данных, при изменении справочных или эмпирических данных. Алгоритм позволяет производить расчет коэффициентов регрессионных уравнений, описывающих зависимость от 1-й, 2-х, 3-х или 4-х независимых переменных, и может быть применен в информационных системах при необходимости корректировки справочных, нормативных и прочих обобщенных данных на конкретные результаты, полученные в ходе эмпирических исследований в конкретных (территориальных, климатических, географических и пр.) условиях.

Ключевые слова: информационные системы, автоматизация, регрессионные уравнения

FORESTS CARBON-DEPOSITING ABILITY ESTIMATING REGRESSION EQUATIONS COEFFICIENTS AUTOMATED CALCULATION ALGORITHM IN CASE OF REFERENCE DATA UPDATE

Voronov M.P., Usoltsev V.A., Chasovskykh V.P.

Ural state forest engineering university, Ekaterinburg, e-mail: mstrk@yandex.ru

The algorithm was developed to automate the recount procedure for the values, which are calculated by the means of correlation of empiric data in accordance with regression equations, deduced from the base of reference or empiric data, in case of reference or empiric data update. The algorithm allows calculating the coefficients of regression equations, which describe the linear dependence on 1, 2, 3 or 4 independent variables, and can be applied within information systems in order to adjust reference, normative and other generalized data to particular results, derived during empiric research under the certain conditions (territorial, climatic, geographical and other conditions).

Keywords: information systems, automation, regression equation

Оценка углерододепонирующей способности лесного покрова в связи с обязательствами по Киотскому протоколу сегодня является одной из насущных проблем. Наши расчеты выполняются с использованием эмпирических моделей зависимости запасов фитомассы и годичной чистой первичной продукции (ЧПП), полученных на пробных площадях, от основных массоопределяющих факторов – возраста и запаса стволовой древесины – путем совмещения полученных моделей с данными ГУЛФ. Алгоритмы расчета пулов углерода и его годичного депонирования на лесопокрытых площадях очень сложны и трудоемки, а результаты расчетов вследствие периодических изменений в данных ГУЛФ и непрерывного пополнения данных фитомассы и ЧПП новыми определениями на пробных площадях нуждаются в постоянной актуализации.

Цель исследования – создание алгоритма автоматической актуализации коэффициентов регрессионных уравнений оценки углерододепонирующей способности лесов, конечных значений фитомассы и годичного прироста фитомассы лесов по различным породам и фракциям.

В общем виде алгоритм показан в виде схемы на рис. 1.

Согласно способу Чебышева множественное корреляционное уравнение можно привести к виду [3]:

$$r_{1|(j_2)|(j_3)|(j_4)|\ldots} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)} + \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix}} \cdot \begin{vmatrix} \varepsilon_{2(j_2)} & \varepsilon_{3(j_3)} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix} + \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \\ r_{42} & r_{43} & 1 \end{vmatrix}} \cdot \frac{\begin{vmatrix} \varepsilon_{2(j_2)} & \varepsilon_{3(j_3)} & \varepsilon_{4(j_4)} \\ 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix}} + \ldots \quad (1)$$

с основной ошибкой

$$\frac{\sigma^2_{1.234...}}{\sigma^2_1} = 1 - r^2_{12} - \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix}^2}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix}} - \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \end{vmatrix}^2}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \\ r_{42} & r_{43} & 1 \end{vmatrix}} - \ldots \quad (2)$$

где r_{pq} – коэффициент корреляции для случайных величин X_p и X_q (для независимых переменных уравнения); $\varepsilon_{i(j)_i}$ – находится по формуле:

$$\varepsilon_{i(j)_i} = \frac{X_i - \overline{X}_i}{\overline{\sigma}_i}. \quad (3)$$

При последовательном увеличении числа случайных величин (независимых переменных), т.е. при увеличении n, количество слагаемых в уравнении (1) соответствующим образом увеличивается, т.е. каждое последующее слагаемое в уравнении (1) добавляет одну независимую переменную. Так, останавливаясь на первом члене уравнения (1), получаем обыкновенное корреляционное уравнение первого порядка, выражающее зависимость x_1 от x_2:

$$r_{1|(j_2)} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)} \quad (4)$$

с основной ошибкой

$$\sigma_{1.2} = \sigma_1\sqrt{1 - r^2_{12}}\ . \quad (5)$$

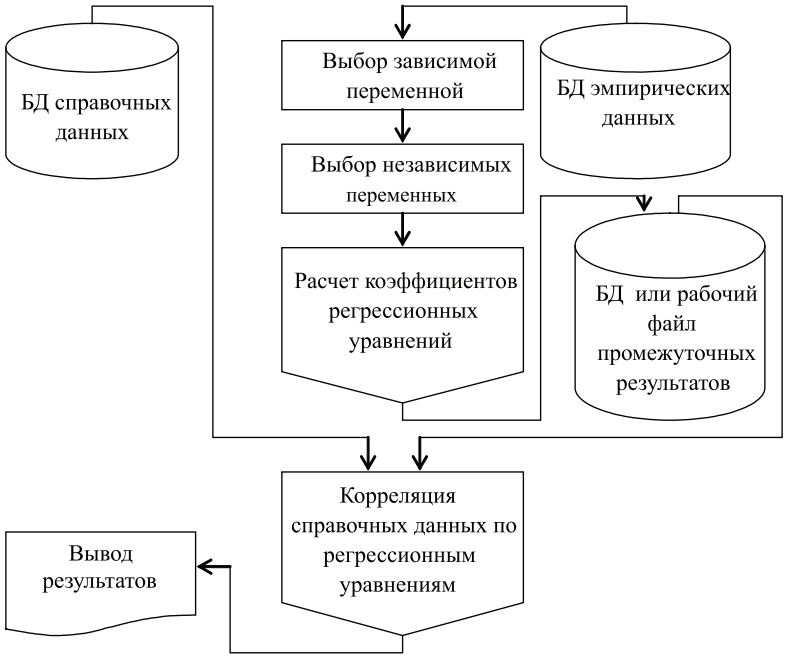


Рис. 1. Основные компоненты алгоритма и взаимосвязи между ними

Присоединяя второе слагаемое уравнения (1), получаем множественное корреляционное уравнение второго порядка, выражающее зависимость X_1 от X_2 и X_3:

$$r_{1|(j_2)|(j_3)} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)} + \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix}} \cdot \begin{vmatrix} \varepsilon_{2(j_2)} & \varepsilon_{3(j_3)} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix} \quad (6)$$

с основной ошибкой

$$\sigma_{1.23} = \sigma_1\sqrt{1 - r^2_{12} - \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix}^2}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix}}}. \quad (7)$$

И так далее. Для получения уравнения более высокого порядка, иными словами, при включении каждой дополнительной не-

зависимой переменной в уравнение, присоединяется еще одно слагаемое в уравнении (1).

Максимальное количество независимых переменных в множественных регрессионных уравнениях, предусмотренное алгоритмом, – 4. Идея алгоритма расчета значений коэффициентов расчетных уравнений (КРУ) заключается в осуществлении расчета единственным, однозначно определенным в каждом из 4 случаев, способом. Для этого уравнение (1) преобразуется в соответствии с количеством выбранных независимых переменных, и независимые переменные (X_1, X_2 и т.д.) выносятся за скобки, так, чтобы коэффициенты при них можно было выразить через величины, вычисляемые по значениям независимых переменных. Всего создано 5 независимых расчетных программ, выражающих зависимость от 1, 2, 3, и 4 переменных, выбираемых в качестве независимых.

Выбор и запуск расчетной программы для расчета значений КРУ производится на основе подсчета количества переменных, выбираемых в качестве независимых. Значения выбранных независимых переменных считываются расчетной программой (БД эмпирических данных), которая также находит натуральные логарифмы значений, производит расчет их средних и сумм значений и рассчитывает КРУ. Ниже представлены формулы для 2 расчетных программ, осуществляющих расчет КРУ уравнений, выражающих зависимость от 1-й и 4-х независимых переменных. КРУ в уравнениях, выражающих зависимость от 2-х и 3-х независимых переменных, вычисляются аналогичным способом.

Для расчета КРУ на основе 1 выбранной независимой переменной уравнение (1) будет иметь следующий вид:

$$r_{1|(j_2)} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)}. \qquad (8)$$

Преобразуя выражение (8), получаем:

$$\frac{X_1 - \overline{X}_1}{\overline{\sigma}_1} = r_{12} \cdot \frac{X_2 - \overline{X}_2}{\overline{\sigma}_2}$$

или

$$X_1 = (\overline{X}_1 - \frac{r_{12}\overline{X}_2\overline{\sigma}_1}{\overline{\sigma}_2}) + X_2 \frac{r_{12}\overline{\sigma}_1}{\overline{\sigma}_2}.$$

Таким образом, коэффициенты расчетного уравнения, выражающего зависимость фитомассы от 1 выбранной переменной вычисляются расчетной программой по следующим формулам:

– свободный член (a):

$$a = \overline{X}_1 - \frac{r_{12}\overline{X}_2\overline{\sigma}_1}{\overline{\sigma}_2};$$

– коэффициент при $X_2(a_1)$:

$$a_1 = \frac{r_{12}\overline{\sigma}_1}{\overline{\sigma}_2}.$$

Уравнение (1) для расчета КРУ на основе 4 выбранных независимых переменных имеет вид:

$$r_{1|(j_2)|(j_3)|(j_4)|(j_5)} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)} + \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix}} \cdot \begin{vmatrix} \varepsilon_{2(j_2)} & \varepsilon_{3(j_3)} \\ 1 & r_{23} \end{vmatrix} + \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \\ r_{42} & r_{43} & 1 \end{vmatrix}} \cdot \frac{\begin{vmatrix} \varepsilon_{2(j_2)} & \varepsilon_{3(j_3)} & \varepsilon_{4(j_4)} \\ 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{32} & 1 \end{vmatrix}} +$$

$$+ \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ 1 & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{32} & 1 & r_{34} & r_{35} \\ r_{42} & r_{43} & 1 & r_{45} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{32} & 1 & r_{34} & r_{35} \\ r_{42} & r_{43} & 1 & r_{45} \\ r_{52} & r_{53} & r_{54} & 1 \end{vmatrix}} \cdot \frac{\begin{vmatrix} \varepsilon_{2(j_2)} & \varepsilon_{3(j_3)} & \varepsilon_{4(j_4)} & \varepsilon_{5(j_5)} \\ 1 & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{32} & 1 & r_{34} & r_{35} \\ r_{42} & r_{43} & 1 & r_{45} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{32} & 1 & r_{34} \\ r_{42} & r_{43} & 1 \end{vmatrix}}. \qquad (9)$$

Преобразуем выражение (9):

$$r_{1|(j_2)|(j_3)|(j_4)|(j_5)} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)} + \frac{r_{12}r_{23}\varepsilon_{2(j_2)}r_{23} - r_{13}\varepsilon_{2(j_2)}r_{23} - r_{12}r_{23}\varepsilon_{3(j_3)} + r_{13}\varepsilon_{3(j_3)}}{1 - r_{23}\,r_{32}} +$$

$$+\frac{r_{12}(r_{23}r_{34} - r_{24}) - r_{13}(r_{34} - r_{24}r_{32}) + r_{14}(1 - r_{23}r_{32})}{(1 - r_{34}r_{43}) - r_{23}(r_{32} - r_{34}r_{42}) + r_{24}(r_{32}r_{43} - r_{42})} \cdot \frac{\varepsilon_{2(j_2)}(r_{23}r_{34} - r_{24}) - \varepsilon_{3(j_3)}(r_{34} - r_{24}r_{32}) + \varepsilon_{4(j_4)}(1 - r_{23}r_{32})}{1 - r_{23}r_{32}} +$$

$$+\frac{\begin{bmatrix} r_{12}(r_{23}(r_{34}r_{45} - r_{35}) - r_{24}(r_{45} - r_{35}r_{43}) + r_{25}(1 - r_{43}r_{34})) - r_{13}((r_{34}r_{45} - r_{35}) - r_{24}(r_{32}r_{45} - r_{35}r_{42}) + r_{25}(r_{32} - r_{42}r_{34})) + \\ r_{14}((r_{45} - r_{35}r_{43}) - r_{23}(r_{32}r_{45} - r_{42}r_{35}) + r_{25}(r_{32}r_{43} - r_{42})) - r_{15}((1 - r_{34}r_{43}) - r_{23}(r_{32} - r_{34}r_{42}) + r_{24}(r_{32}r_{43} - r_{42})) \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} ((1 - r_{54}r_{45}) - r_{34}(r_{43} - r_{45}r_{53}) + r_{35}(r_{43}r_{54} - r_{53})) - r_{23}(r_{32}(1 - r_{45}r_{54}) - r_{34}(r_{42} - r_{52}r_{45}) + r_{35}(r_{42}r_{54} - r_{52})) + \\ r_{24}(r_{32}(r_{43} - r_{45}r_{53}) - (r_{42} - r_{45}r_{52}) + r_{35}(r_{42}r_{53} - r_{43}r_{52})) - r_{25}(r_{32}(r_{43}r_{54} - r_{53}) - (r_{42}r_{54} - r_{52}) + r_{34}(r_{42}r_{53} - r_{43}r_{52})) \end{bmatrix}} \times$$

$$\times \frac{\begin{bmatrix} \varepsilon_{2(j_2)}(r_{23}(r_{34}r_{45} - r_{35}) - r_{24}(r_{45} - r_{35}r_{43}) + r_{25}(1 - r_{43}r_{34})) - \varepsilon_{3(j_3)}((r_{34}r_{45} - r_{35}) - r_{24}(r_{32}r_{45} - r_{35}r_{42}) + r_{25}(r_{32} - r_{42}r_{34})) + \\ \varepsilon_{4(j_4)}((r_{45} - r_{35}r_{43}) - r_{23}(r_{32}r_{45} - r_{42}r_{35}) + r_{25}(r_{32}r_{43} - r_{42})) - \varepsilon_{5(j_5)}((1 - r_{34}r_{43}) - r_{23}(r_{32} - r_{34}r_{42}) + r_{24}(r_{32}r_{43} - r_{42})) \end{bmatrix}}{\left[(1 - r_{34}r_{43}) - r_{23}(r_{32} - r_{34}r_{42}) + r_{24}(r_{32}r_{43} - r_{42})\right]}$$

Введем следующие обозначения:

$$r_{34}r_{45} - r_{35} = \delta_6;\quad r_{45} - r_{35}r_{43} = \delta_7;\quad r_{32}r_{45} - r_{35}r_{42} = \delta_8;\quad r_{43} - r_{45}r_{53} = \delta_9;\quad r_{43}r_{45} - r_{53} = \delta_{10};$$

$$r_{42} - r_{52}r_{45} = \delta_{11};\quad r_{42}r_{54} - r_{52} = \delta_{12};\quad r_{42}r_{53} - r_{43}r_{52} = \delta_{13};\quad 1 - r_{54}\,r_{45} = \gamma_3.$$

Уравнение приобретает вид:

$$r_{1|(j_2)|(j_3)|(j_4)|(j_5)} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)} - r_{23}\varepsilon_{2(j_2)} \cdot \frac{\delta_1}{\gamma_1} + \varepsilon_{3(j_3)} \cdot \frac{\delta_1}{\gamma_1} + \varepsilon_{2(j_2)} \cdot \frac{r_{12}\delta_2^2 - r_{13}\delta_3\delta_2 + r_{14}\gamma_1\delta_2}{\gamma_2\gamma_1 - r_{23}\delta_4\gamma_1 + r_{24}\delta_5\gamma_1} -$$

$$-\varepsilon_{3(j_3)} \cdot \frac{r_{12}\delta_2\delta_3 - r_{13}\delta_3^2 + r_{14}\gamma_1\delta_3}{\gamma_2\gamma_1 - r_{23}\delta_4\gamma_1 + r_{24}\delta_5\gamma_1} + \varepsilon_{4(j_4)} \cdot \frac{r_{12}\delta_2 - r_{13}\delta_3 + r_{14}\gamma_1}{\gamma_2 - r_{23}\delta_4 + r_{24}\delta_5} +$$

$$+\frac{r_{12}(r_{23}\delta_6 - r_{24}\delta_7 + r_{25}\gamma_2) - r_{13}(\delta_6 - r_{24}\delta_8 + r_{25}\delta_4) + r_{14}(\delta_7 - r_{23}\delta_8 + r_{25}\delta_5) - r_{15}(\gamma_2 - r_{23}\delta_4 + r_{24}\delta_5)}{(\gamma_3 - r_{34}\delta_9 + r_{35}\delta_{10}) - r_{23}(r_{23}\gamma_3 - r_{34}\delta_{11} + r_{35}\delta_{12}) + r_{24}(r_{32}\delta_9 - \delta_{11} + r_{35}\delta_{13}) - r_{25}(r_{32}\delta_{10} - \delta_{12} + r_{3413}\delta)} \times$$

$$\times \frac{\varepsilon_{2(j_2)}(r_{23}\delta_6 - r_{24}\delta_7 + r_{25}\gamma_2) - \varepsilon_{3(j_3)}(\delta_6 - r_{24}\delta_8 + r_{25}\delta_4) + \varepsilon_{4(j_4)}(\delta_7 - r_{23}\delta_8 + r_{25}\delta_5) - \varepsilon_{5(j_5)}(\gamma_2 - r_{23}\delta_4 + r_{24}\delta_5)}{\gamma_2 - r_{23}\delta_4 + r_{24}\delta_5}.$$

Введем следующие дополнительные обозначения:

$$r_{23}\delta_6 - r_{24}\delta_7 + r_{25}\gamma_2 = t_1;\quad \delta_6 - r_{24}\delta_8 + r_{25}\delta_4 = t_2;\quad \delta_7 - r_{23}\delta_8 + r_{25}\delta_5 = t_3;$$

$$\gamma_2 - r_{23}\delta_4 + r_{24}\delta_5 = t_4;\quad \gamma_3 - r_{34}\delta_9 + r_{35}\delta_{10} = t_5;\quad r_{32}\gamma_3 - r_{34}\delta_{11} + r_{35}\delta_{12} = t_6;$$

$$r_{32}\delta_9 - \delta_{11} + r_{35}\delta_{13} = t_7;\quad r_{32}\delta_{10} - \delta_{12} + r_{34}\delta_{13} = t_8.$$

Уравнение принимает вид:

$$r_{1|(j_2)|(j_3)|(j_4)|(j_5)} = r_{12}\varepsilon_{2(j_2)} - r_{23}\varepsilon_{2(j_2)} \cdot \frac{\delta_1}{\gamma_1} + \varepsilon_{3(j_3)} \cdot \frac{\delta_1}{\gamma_1} + \varepsilon_{2(j_2)} \cdot \frac{r_{12}\delta_2^2 - r_{13}\delta_3\delta_2 + r_{14}\gamma_1\delta_2}{\gamma_2\gamma_1 - r_{23}\delta_4\gamma_1 + r_{24}\delta_5\gamma_1} -$$

$$-\varepsilon_{3(j_3)} \cdot \frac{r_{12}\delta_2\delta_3 - r_{13}\delta_3^2 + r_{14}\gamma_1\delta_3}{\gamma_2\gamma_1 - r_{23}\delta_4\gamma_1 + r_{24}\delta_5\gamma_1} + \varepsilon_{4(j_4)} \cdot \frac{r_{12}\delta_2 - r_{13}\delta_3 + r_{14}\gamma_1}{\gamma_2 - r_{23}\delta_4 + r_{24}\delta_5} +$$

$$+\frac{r_{12}t_1 - r_{13}t_2 + r_{14}t_3 - r_{15}t_4}{t_5 - r_{23}t_6 + r_{24}t_7 - r_{25}t_8} \cdot \frac{\varepsilon_{2(j_2)}t_1 - \varepsilon_{3(j_3)}t_2 + \varepsilon_{4(j_4)}t_3 - \varepsilon_{5(j_5)}t_4}{\gamma_2 - r_{23}\delta_4 + r_{24}\delta_5}.$$

Выносим общие множители $\varepsilon_{i(j)_i}$ за скобки и преобразуем по формуле (3):

$$\frac{X_1-\bar{X}_1}{\bar{\sigma}_1}=r_{12}\frac{X_2-\bar{X}_2}{\bar{\sigma}_2}-r_{23}\frac{X_2-\bar{X}_2}{\bar{\sigma}_2}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}+\frac{X_3-\bar{X}_3}{\bar{\sigma}_3}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}+\frac{X_2-\bar{X}_2}{\bar{\sigma}_2}\cdot\frac{r_{12}\delta_2^2-r_{13}\delta_3\delta_2+r_{14}\gamma_1\delta_2}{\gamma_2\gamma_1-r_{23}\delta_4\gamma_1+r_{24}\delta_5\gamma_1}-$$

$$-\frac{X_3-\bar{X}_3}{\bar{\sigma}_3}\cdot\frac{r_{12}\delta_2\delta_3-r_{13}\delta_3^2+r_{14}\gamma_1\delta_3}{\gamma_2\gamma_1-r_{23}\delta_4\gamma_1+r_{24}\delta_5\gamma_1}+\frac{X_4-\bar{X}_4}{\bar{\sigma}_4}\cdot\frac{r_{12}\delta_2-r_{13}\delta_3+r_{14}\gamma_1}{\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5}+$$

$$+\frac{X_2-\bar{X}_2}{\bar{\sigma}_2}\cdot\frac{r_{12}t_1^2-r_{13}t_2t_1+r_{14}t_3t_1-r_{15}t_4t_1}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}-\frac{X_3-\bar{X}_3}{\bar{\sigma}_3}\cdot\frac{r_{12}t_2t_1-r_{13}t_2^2+r_{14}t_3t_2-r_{15}t_4t_2}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}+$$

$$+\frac{X_4-\bar{X}_4}{\bar{\sigma}_4}\cdot\frac{r_{12}t_1t_3-r_{13}t_2t_3+r_{14}t_3^2-r_{15}t_4t_3}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}-\frac{X_5-\bar{X}_5}{\bar{\sigma}_5}\cdot\frac{r_{12}t_1t_4-r_{13}t_2t_4+r_{14}t_3t_4-r_{13}t_4^2}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}.$$

Введем следующие дополнительные обозначения:

$$\frac{r_{12}t_1^2-r_{13}t_2t_1+r_{14}t_3t_1-r_{15}t_4t_1}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}=q_1;$$

$$\frac{r_{12}t_2t_1-r_{13}t_2^2+r_{14}t_3t_2-r_{15}t_4t_2}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}=q_2;$$

$$\frac{r_{12}t_1t_3-r_{13}t_2t_3+r_{14}t_3^2-r_{15}t_4t_3}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}=q_3;$$

$$\frac{r_{12}t_1t_4-r_{13}t_2t_4+r_{14}t_3t_4-r_{13}t_4^2}{(t_5-r_{23}t_6+r_{24}t_7-r_{25}t_8)(\gamma_2-r_{23}\delta_4+r_{24}\delta_5)}=q_4.$$

Уравнение принимает вид:

$$X_1=\left(\bar{X}_1-\frac{r_{12}\bar{X}_2\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}+\frac{r_{23}\bar{X}_2\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_3}{\bar{\sigma}_3}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_2\alpha}{\bar{\sigma}_2}+\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_3\beta}{\bar{\sigma}_3}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_4\varsigma}{\bar{\sigma}_4}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_2q_1}{\bar{\sigma}_2}+\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_3q_2}{\bar{\sigma}_3}-\right.$$

$$\left.-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_4q_3}{\bar{\sigma}_4}+\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_5q_4}{\bar{\sigma}_5}\right)+X_2\left(\frac{r_{12}\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}-\frac{r_{23}\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}+\frac{\bar{\sigma}_1\alpha}{\bar{\sigma}_2}+\frac{\bar{\sigma}_1q_1}{\bar{\sigma}_2}\right)+X_3\left(\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}-\frac{\bar{\sigma}_1\beta}{\bar{\sigma}_3}-\frac{\bar{\sigma}_1q_2}{\bar{\sigma}_3}\right)+$$

$$+X_4\left(\frac{\bar{\sigma}_1\varsigma}{\bar{\sigma}_4}+\frac{\bar{\sigma}_1q_3}{\bar{\sigma}_4}\right)-X_5\cdot\frac{\bar{\sigma}_1q_4}{\bar{\sigma}_5}.$$

КРУ, выражающие зависимость фитомассы от 4 выбранных переменных, вычисляются расчетной программой по следующим формулам:

– свободный член (a):

$$a=\bar{X}_1-\frac{r_{12}\bar{X}_2\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}+\frac{r_{23}\bar{X}_2\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_3}{\bar{\sigma}_3}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_2\alpha}{\bar{\sigma}_2}+\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_3\beta}{\bar{\sigma}_3}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_4\varsigma}{\bar{\sigma}_4}-$$

$$-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_2q_1}{\bar{\sigma}_2}+\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_3q_2}{\bar{\sigma}_3}-\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_4q_3}{\bar{\sigma}_4}+\frac{\bar{\sigma}_1\bar{X}_5q_4}{\bar{\sigma}_5};$$

– коэффициент при $X_2(a_1)$:

$$a_1=\frac{r_{12}\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}-\frac{r_{23}\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_2}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}+\frac{\bar{\sigma}_1\alpha}{\bar{\sigma}_2}+\frac{\bar{\sigma}_1q_1}{\bar{\sigma}_2};$$

– коэффициент при $X_3(a_2)$:

$$a_2=\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}\cdot\frac{\delta_1}{\gamma_1}-\frac{\bar{\sigma}_1\beta}{\bar{\sigma}_3}-\frac{\bar{\sigma}_1q_2}{\bar{\sigma}_3};$$

– коэффициент при $X_4(a_3)$:

$$a_3=\frac{\bar{\sigma}_1\varsigma}{\bar{\sigma}_4}+\frac{\bar{\sigma}_1q_3}{\bar{\sigma}_4};$$

– коэффициент при $X_5(a_4)$:

$$a_4=\frac{\bar{\sigma}_1q_4}{\bar{\sigma}_5}.$$

Для каждого КРУ вычисляется значение t-критерия. Если значение *t*-критерия для каких-либо независимых переменных получается меньше абсолютной величины 1,9, соответствующие независимые переменные исключаются из расчета, и производится перерасчет КРУ. При этом значения

КРУ соответствующих независимых переменных приравниваются нулю.

Для корреляции справочных данных (см. рис. 1.) производится вычисление суммы произведений КРУ на значения справочных данных, соответствующих переменным, выбранным в качестве независимых. Для этого рассчитанные значения КРУ заносятся в БД или рабочий файл промежуточных результатов (см. рис. 1.), которая (который) имеет следующую структуру (таблица).

Структура БД или рабочего файла промежуточных результатов (на примере породы *Betula*)

№ п/п	Наименования параметров	Коэффициенты расчетных уравнений (для независимых переменных)						R^2	SE
		a	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5		
1	Прирост ствол	0,1859	-1,0005	0,8971	0	0	0	0,938	0,399
2	Прирост ветви	-0,4285	-0,2023	0	0,8003	0	0	0,797	0,563
3	Прирост листва	-0,3550	-0,5078	0,7003	0	0	0	0,867	0,440
4	Прирост корни	0,0954	-0,3177	-0,4191	0	0,9879	0	0,768	0,435
5	Прирост нижние ярусы	1,2652	-0,4600	0	0	0	0,4269	0,630	0,382
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Все поля БД или рабочего файла промежуточных результатов (см. таблицу) заполняются таким способом, чтобы ни одно поле не осталось пустым. Таким образом, при нахождении суммы произведений КРУ на значения независимых переменных автоматически исключается влияние малозначимых независимых переменных на итоговое значение фитомассы и приростов фитомассы, т.к. произведение любого из значений переменной на 0 (КРУ малозначимых переменных приравниваются нулю) дает 0.

Степень детерминации выявленных зависимостей проверяется при помощи коэффициента детерминации (R^2). Также определяется основное отклонение выборочного распределения – стандартная ошибка (SE). Оба показателя также заносятся в БД (см. таблицу).

В случае оценки углерододепонирующей способности лесов в качестве справочных данных выступают данные Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ), из которых в вышеописанных моделях используются 2 показателя – возраст и запас. Поскольку эти показатели корреляционно не связаны, и структура уравнений остается неизменной (т.е. для каждого параметра перечень коэффициентов $a, a_1 \ldots a_5$ неизменен, но выполняется перерасчет значений коэффициентов на основании измененных эмпирических данных), считаем, что дополнительная проверка на адекватность моделей в данном случае не требуется.

Вышеизложенный алгоритм реализован в среде СУБД ADABAS и редактора приложений Natural. Основные аспекты проектирования информационных систем в данной среде представлены в [1, 2].

Помимо автоматического расчета значений по уравнениям фиксированной структуры (см. таблицу), созданное приложение позволяет переходить на новую структуру регрессионных уравнений и осуществлять расчет коэффициентов на основании переменных, выбираемых пользователем в качестве зависимых и независимых в уравнении.

Выбор зависимой переменной и независимых переменных осуществляется при помощи вспомогательных приложений (рис. 2, 3).

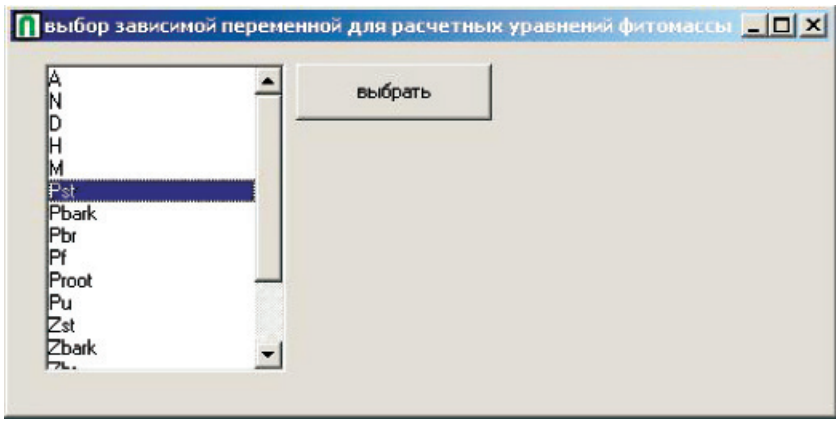


Рис. 2. Выбор зависимой переменной для расчета КРУ (на примере вспомогательного приложения для расчета КРУ фитомассы)

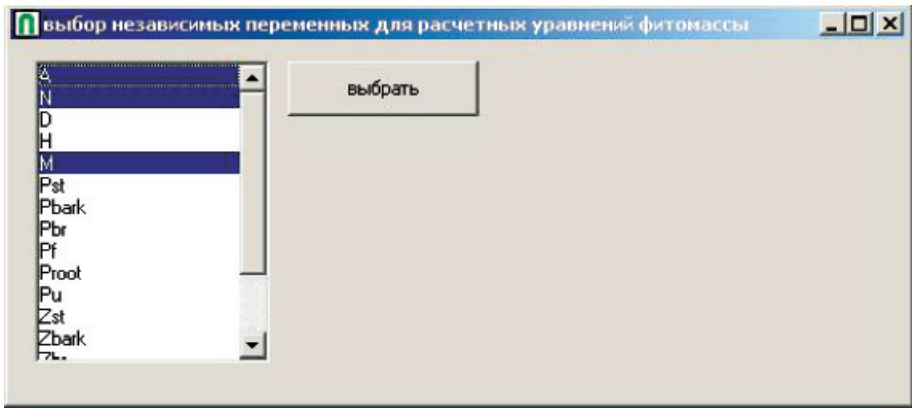


Рис. 3. Выбор независимых переменных для расчета КРУ (на примере вспомогательного приложения для расчета КРУ фитомассы)

При переходе на новую структуру уравнений необходима дополнительная проверка модели на адекватность, которая может быть осуществлена с помощью метода группового учета аргументов (МГУА), который в рамках нашего алгоритма пока не автоматизирован. Направление дальнейших исследований и совершенствование вышеописанного алгоритма заключаются в автоматизации расчетных процедур МГУА и включения их в алгоритм.

Заключение

Поставленную цель исследования считаем достигнутой. Алгоритм автоматической актуализации коэффициентов регрессионных уравнений оценки углерододепонирующей способности лесов создан и реализован в рамках следующих проектов:

1. Научно-исследовательская работа «Разработка системы пространственного анализа депонирования углерода лесными экосистемами Уральского региона» – грант РФФИ – «Урал» №07-07-96010 (год завершения – 2009).

2. Научно-исследовательская работа «Разработка автоматизированной системы оценки углерододепонирующей способности лесов России» в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., в рамках мероприятия 1.3 «Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук и целевыми аспирантами в научно-образовательных центрах», по направлению «Оценка ресурсов и прогнозирование состояния литосферы и биосферы» – Государственный контракт № П1713 (год завершения – 2010).

Также алгоритм может быть применен в информационных системах при необходимости корректировки справочных, нормативных и прочих обобщенных данных на конкретные результаты, полученные в ходе эмпирических исследований в конкретных (территориальных, климатических, географических и пр.) условиях.

Список литературы

1. Воронов М.П., Усольцев В.А., Часовских В.П. Исследование методов и разработка информационной системы определения и картирования депонируемого лесами углерода в среде Natural. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. – 160 с.

2. Часовских В.П., Воронов М.П. Исследование системных связей и закономерностей функционирования корпоративной информационной системы лесопромышленного предприятия в среде ADABAS и Natural: моногр. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. – 120 с.

3. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. – М.: Наука, 1971. – 576 с.

4. Усольцев, В.А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 573 с.

5. Часовских В.П., Воронов М.П., Фатеркин А.С. Информационные технологии в управлении: СУБД ADABAS и проектирование приложений средствами Natural. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – 476 с.

Рецензенты:

Доросинский Л.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой АСУ Радиотехнического института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;

Лабунец В.Г., д.т.н., профессор кафедры теоретических основ радиотехники Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 07.07.2011.

УДК 621.77:62.50

ПРОИЗВОДСТВО БАНДАЖНЫХ КОЛЕЦ МОЩНЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ: ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Готлиб Б.М., Вакалюк А.А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург, e-mail: gotlib@usurt.ru

Выполнен обзор конструкции ротора турбогенераторов и проведен анализ влияния бандажных колец на надежность турбогенераторов большой единичной мощности. Проведен анализ разновидностей технологических процессов производства бандажных колец методами холодной деформации. В качестве метода холодной деформации выбран процесс гидрорастяжения, как наиболее перспективный и производительный метод холодного упрочнения кольцевых заготовок из немагнитной аустенитной стали. Для выполнения процесса гидрорастяжения выбран комплекс оборудования в составе мощного вертикального гидравлического пресса и насосной станции сверхвысокого давления. Разработана ситуационная автоматизированная система управления процессом гидрорастяжения кольцевых заготовок на гидравлическом прессе усилием 300 МН с применением алгоритмов нечеткой логики и методами параллельного регулирования деформирующими воздействиями.

Ключевые слова: турбогенератор, бандажное кольцо, холодная деформация, ситуационное управление, нечеткий контроллер

RETAINING RING MANUFACTURING FOR HIGH-POWER TURBOGENERATORS: TECHNOLOGY AND CONTROL

Gotlib B.M., Vakalyuk A.A.

Ural state university of railway transport, Ekaterinburg, e-mail: gotlib@usurt.ru

Turbogenerators rotors design overview and retaining rings influence on high-powered turbogenerators reliability analysis were done. There is also made the classification analysis of retaining rings manufacturing processes by cold steel straining method. Hydrostretching is the most prospective and efficient cold steel straining method for nonmagnetic austenitic steel ring blanks. Equipment set composed of powerful hydraulic vertical press and high pressure pumping facility were chosen for hydrostretching process. Situational automated control system of ring blanks hydrostretching process on 300 MN force hydraulic press was designed. Fuzzy-logic algorithms and parallel control methods of straining influence are used for situational automated control system design.

Keywords: turbogenerator, retaining ring, cold strain, situational control, fuzzy-logic controller

Турбогенераторы предназначены для выработки электроэнергии в продолжительном номинальном режиме работы при непосредственном соединении с паровыми или газовыми турбинами. Турбогенераторы устанавливаются на тепловых и атомных электростанциях. В последнее время в связи с износом энергетического оборудования резко повысились требования к обеспечению безопасности в области энергетики. Это в первую очередь относится к турбогенераторам большой единичной мощности.

Цель работы: повышение качества бандажных колец большого диаметра на основе совершенствования технологии и методов управления процессом их производства.

Конструктивные особенности мощных турбогенераторов

В зависимости от мощности турбогенераторы подразделяются на три основные группы: мощностью 2,5–32 МВт, 60–320 МВт и свыше 500 МВт. По частоте вращения различают турбогенераторы четырехполюсные (на частоту вращения 1500 и 1800 об./мин) и двухполюсные (на частоту вращения 3000 и 3600 об./мин) соответственно на частоты сети 50 и 60 Гц [5].

Турбогенератор состоит из двух ключевых компонентов – статора и ротора. Ротор – вращающийся компонент генератора и на него воздействуют динамические механические нагрузки, а также электромагнитные и термические. Статор – стационарный компонент турбогенератора, но он также подвержен воздействию существенных динамических нагрузок – вибрационных и крутящих нагрузок, а также электромагнитных, термических и высоковольтных

Вал ротора турбогенератора состоит из средней активной части (бочки) и двух хвостовиков (рис. 1) [7]; он выполняется из единой поковки высокой категории прочности. Материалом вала является высоколегированная сталь, обладающая высокими механическими и магнитными свойствами. Масса ротора крупных двухполюсных турбогенераторов составляет 60–100 т, четырехполюсных 160–200 т, а масса слитка для изготовления вала примерно вдвое больше, что является предельным для современной мировой металлургии [6].

Лобовые части обмотки ротора закрепляют роторными бандажами, состоящими из бандажного и центрирующего колец (см. рис. 1). Различают следующие раз-

новидности установки бандажных колец: жесткая посадка на бочку и вал; посадка на полуэластичное центрирующее кольцо и на бочку ротора с установкой под носик бандажного кольца изоляционной прокладки; посадка на бочку ротора и промежуточную втулку; посадка только на бочку ротора.

Бандажные кольца, жестко установленные на бочку и вал, работают удовлетворительно только в турбогенераторах мощностью не выше 30 МВт, имеющих сравнительно короткие роторы. В турбогенераторах мощностью 50 МВт и выше применяют полуэластичные центрирующие кольца с зигзагообразной выточкой или с более надежной выточкой в виде диафрагмы. В турбогенераторах серии ТГВ применяют бандажи с одной посадкой на бочку ротора – консольные [4].

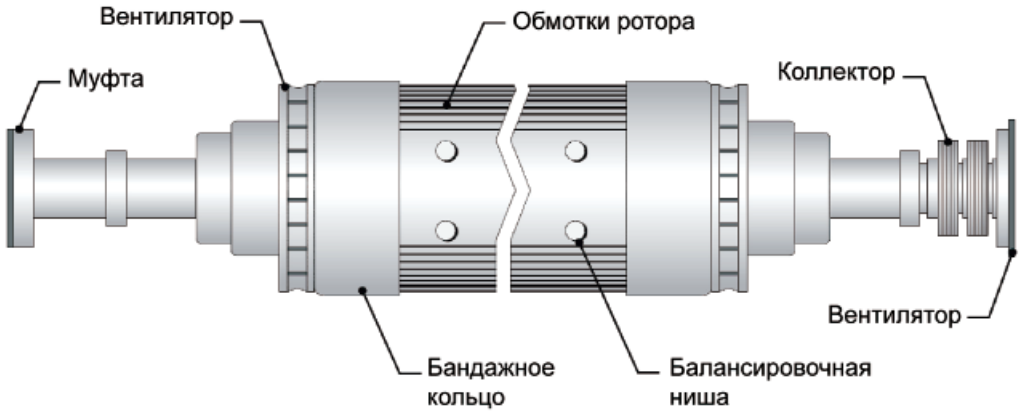


Рис. 1. Общий вид ротора турбогенератора

Ротор турбогенератора, кроме воздействия центробежных сил, испытывает большие напряжения от знакопеременных изгибающих сил, так как, несмотря на его вращение, он остается прогнутым вниз.

Для предотвращения деформации от центробежных сил лобовые части обмотки ротора закрепляют роторными бандажами. Бандажное кольцо представляет собой наиболее напряженно работающий узел ротора, так как оно испытывает центробежные усилия не только от собственной массы (около 60 % от всей нагрузки), но и от лобовых частей обмотки ротора, а также усилия, вызванные посадкой бандажного кольца с натягом. Поэтому материал, из которого изготовляют бандажные кольца, должен иметь очень высокие прочностные и пластические свойства и быть немагнитным для уменьшения полей рассеяния, дополнительных потерь и местных нагревов в торцевой зоне статора. Для генераторов мощностью 30 МВт и выше бандажные кольца изготавливают из немагнитной высокопрочной хромоникельмарганцевой стали, подвергнутой сложной обработке.

Прочное крепление бандажного кольца может быть осуществлено только горячей посадкой с натягом. Натяг должен создавать плотное соединение кольца не только при номинальной частоте вращения, но и при угонной – 3600 об./мин (при эксплуатации турбогенератора в случае внезапного сброса нагрузки частота вращения ротора может увеличиться на 20 %) [3].

Масса лобовых частей обмотки ротора распределена неравномерно относительно продольной и поперечной осей ротора, отчего в кольце, кроме растягивающих усилий, возникают изгибающие моменты, стремящиеся придать бандажному кольцу овальную форму.

Разрушение бандажного кольца может привести к серьезным последствиям как для обслуживающего персонала, так и для генератора и другого оборудования (рис. 2).

Технологический процесс производства бандажных колец

Технологический процесс производства бандажных колец состоит из следующих операций: выплавка слитка, электрошлаковый переплав, ковка, прошивка отверстия, ковка на цилиндрической оправке, механическая обработка, закалка, холодное деформационное упрочнение, отпуск, проверка механических свойств, чистовая механическая обработка и неразрушающий контроль готового бандажного кольца.

Основное отличие в способах производства бандажных колец в различных странах относится к способу холодного деформационного упрочнения кольцевой заготовки. Для достижения требуемых величин

пределов текучести и прочности степень холодной пластической деформации кольца должна достигать 50…60 %, поэтому материал кольца должен обладать достаточно высокой пластичностью в холодном состоянии. Остальные технологические операции изготовления бандажных колец практически идентичны во всех странах (Германия, Франция, США, Китай).

Рис. 2. Последствия разрушения бандажного кольца

Альтернативный способ производства бандажных колец осуществляется методом раскатки кольцевой заготовки на оправке при температуре 200…500 °С. Однако предпочтение все же отдается холодному деформационному упрочнению кольцевой заготовки.

Фирма Energietechnik Essen GmbH (KRUPP, Германия) предпочитает осуществлять холодное деформационное упрочнение кольцевой заготовки механическим способом за счет расширения диаметра кольцевой заготовки на вертикальном прессе усилием 60 МН. Для расширения диаметра кольцевой заготовки используется многосекционная раздвижная обойма, расширяющаяся под действием вертикального клина.

На рис. 3 показан пресс для холодной деформации заготовки, установленный на фирме Energietechnik Essen GmbH (KRUPP, Германия).

В России (ОАО «Уралмашзавод») и Франции (фирма Creusot-Loire) упрочнение кольцевых заготовок осуществляется методом гидрорастяжения, однако только в России таким методом упрочняются крупногабаритные кольца диаметром от 316 до 1338 мм.

Метод гидрорастяжения является дальнейшим развитием процессов гидроштамповки полых деталей различного назначения. Наибольшее применение процессы гидроштамповки нашли в Германии, Японии, Великобритании и России.

Рис. 3. Пресс KRUPPa

Полученные в процессе гидрорастяжения бандажные кольца, в отличие от колец, полученных методом механического упрочнения и раскатки на оправке, отличаются более высоким уровнем прочности и однородности механических характеристик по объему бандажного кольца.

В процессе гидрорастяжения жидкость сверхвысокого давления играет роль универсального силового элемента и равно-

мерно прикладывается непосредственно к внутренней поверхности заготовки, что позволяет избегать резкой концентрации нагрузок и обеспечивает благоприятные схемы напряженно-деформированного состояния заготовки в процессе деформации. При механическом же упрочнении кольцевой заготовки, а также в процессе раскатки на оправке, значительно труднее добиться равномерности механических свойств в тангенциальном направлении в связи с дискретным характером приложения нагрузки к внутренней и внешней поверхностям деформируемой заготовки.

Из сказанного следует вывод, что наиболее рациональным способом упрочнения кольцевых заготовок является метод холодного гидрорастяжения заготовок под действием внутреннего сверхвысокого давления.

Автоматизированная система управления процессом гидрорастяжения

Процесс гидрорастяжения осуществляется на технологическом комплексе, схема которого приведена на рис. 4. Основу комплекса составляет вертикальный гидравлический пресс усилием 300 МН. Для осуществления процесса гидрорастяжения кольцевую заготовку устанавливают между двумя конусами *К1* и *К2*. При этом внутренняя поверхность заготовки *ВК* , наружная поверхность оправки *ОП* и боковые поверхности конусов *К1* и *К2* образуют замкнутую полость, в которую во время гидрорастяжения подается жидкость сверхвысокого давления от насоса *Н2* (производительностью 2,5...7,6 л/мин). Перемещение подвижной траверсы пресса осуществляется подачей жидкости высокого давления от насоса *Н1* (производительностью 50...600 л/мин) в рабочие цилиндры пресса *G1* и *G1*. Управление процессом гидрорастяжения осуществляется путем изменения производительности насоса сверхвысокого давления *Н2* и насоса высокого давления *Н1*.

Под действием жидкости сверхвысокого давления происходит пластическая деформация заготовки, при этом конусы сжимаются усилием рабочих цилиндров пресса, обеспечивая герметичность внутренней полости. В процессе гидрорастяжения возможно появление искажения формы заготовки. Если диаметр в среднем сечении заготовки больше диаметра по краям заготовки, то имеет место искажение типа «бочка», в противном случае – искажение типа «корсет» [2].

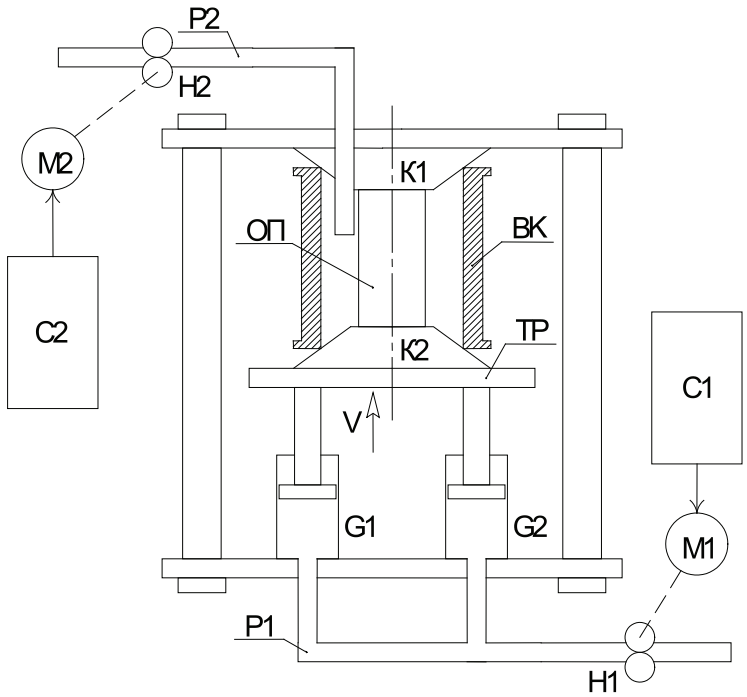


Рис. 4. Установка гидрорастяжения кольцевых заготовок:
Н1 – насос высокого давления; М1 – привод насоса Н1; С1 – система управления приводом;
Н2 – насос сверхвысокого давления; М2 – привод насоса Н2; С2 – система управления приводом;
G1, G2 – цилиндры гидропривода пресса; Р1 – магистраль высокого давления (0...320 кгс/);
Р2 – магистраль сверхвысокого давления (500...3000 кгс/); ВК – заготовка; К1, К2 – конусы,
ТР – подвижная траверса пресса, ОП – оправка

Основными управляющими воздействиями на процесс гидрорастяжения являются скорость движения подвижной траверсы (с закрепленным на ней конусом) и величина сверхвысокого давления во внутренней полости кольцевой заготовки.

Целью управления процессом является обеспечение заданной степени упрочнения кольцевой заготовки при сохранении цилиндрической формы заготовки. Процесс гидрорастяжения отличается сложностью закона регулирования скоростью сближения конусов, зависимостью от начальных размеров и механических свойств заготовки, неопределенностью и непостоянством основных технологических параметров, что приводит к невозможности программного управления данным процессом.

Существующая автоматизированная система управления процессом гидрорастяжения регулирует только скорость движения подвижной траверсы пресса и не регулирует величину сверхвысокого давления во внутренней полости заготовки. Кроме того, она не учитывает неопределенность и непостоянство основных технологических параметров процесса гидрорастяжения, связанную с работой устройств и механизмов реального оборудования.

Все вышесказанное диктует необходимость разработки ситуационной системы управления процессом гидрорастяжения в сочетании с современными, основанными на методах искусственного интеллекта, алгоритмами обработки знаний для выработки управляющих воздействий на процесс гидрорастяжения.

На рис. 5 изображена структурная схема предлагаемой автоматизированной системы управления процессом гидрорастяжения кольцевых заготовок на гидравлическом прессе усилием 300 МН.

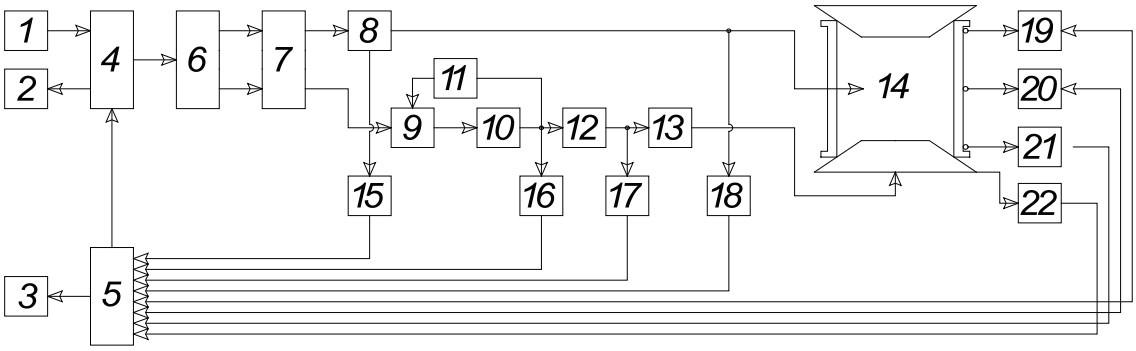


Рис. 5. Структурная схема автоматизированной системы управления процессом гидрорастяжения

В состав схемы управления (см. рис. 5) входят следующие блоки: 1 – устройство ввода информации (клавиатура); 2 – устройство вывода информации; 3 – устройство вывода информации с измерительной системы; 4 – ПЭВМ; 5 – контроллер системы измерения; 6 – модуль управления исполнительными механизмами; 7 – блок сопряжения с исполнительными устройствами; 8 – насосная станция сверхвысокого давления; 9 – тиристорный преобразователь; 10 – двигатель постоянного тока; 11 – тахогенератор; 12 – насос высокого давления; 13 – гидравлические рабочие цилиндры; 14 – объект управления – деформируемая заготовка; 15 – измеритель производительности насоса сверхвысокого давления; 16 – измеритель скорости движения подвижной траверсы пресса; 17 – измеритель высокого давления; 18 – измеритель сверхвысокого давления в полости заготовки; 19 – измеритель внешнего диаметра заготовки в верхней части; 20 – измеритель внешнего диаметра заготовки в средней части; 21 – измеритель внешнего диаметра заготовки в нижней части; 22 – измеритель положения подвижной траверсы пресса.

Основой алгоритма автоматического управления скоростью движения траверсы и величиной сверхвысокого давления жидкости внутри полости заготовки являются методы ситуационного управления с применением методов нечеткой логики (далее нечеткий контроллер).

Основой для разработки ситуационного управления процессом гидрорастяжения является получение «знаний» и связывающих их продукционных правил, описывающих функционирование системы управления. «Знания» и продукционные правила формулируются с помощью экспертов в области управления процессом гидрорастяжения на гидравлическом прессе усилием 300 МН и после специальной обработки встраиваются в структуру нечеткого контроллера [1]. Методы нечеткой логики являются разновидностью методов искусственного интеллекта, позволяющих создавать системы

управления, способные функционировать в условиях параметрической неопределенности процесса. Поэтому для создания автоматизированной системы управления процессом гидрорастяжения применялись методы искусственного интеллекта, способные использовать «знания» экспертов для синтеза автоматизированной системы управления.

Комплексное решение проблемы автоматизированного гидрорастяжения кольцевых заготовок на гидравлическом прессе усилием 300 МН позволит улучшить качество производимых кольцевых заготовок, повысить производительность процесса и облегчить условия труда обслуживающего персонала.

Перспектива производства бандажных колец

В настоящее время ОАО «Уралмашзавод» является единственным предприятием в России, способным производить бандажные кольца большого диаметра для установки на роторы генераторов большой единичной мощности, эксплуатируемых в энергетике. На сегодняшний день износ бандажных колец на действующих в России энергетических установках достигает 70%. В целях обеспечения энергобезопасности необходимо поддерживать и развивать производство бандажных колец, сокращать сроки их производства. Для этого требуется применять современные способы и технологии для обеспечения качественного и высоко производственного процесса изготовления бандажных колец. Производство качественных бандажных колец отвечает реальным потребностям современного энергомашиностроения и может стать важной статьей экспорта.

Дальнейшие научные исследования в области создания бандажных колец могут привести к качественно новым способам производства бандажных колец. Одним из перспективных способов производства бандажных колец является изготовление бандажных колец из стеклопластикового волокна путем намотки на оправку стекложгута с пропиткой в процессе намотки эпоксидным связующим.

Выводы

1. Бандажное кольцо влияет на надежность турбогенератора;

2. Разработана ситуационная система управления процессом гидрорастяжения в сочетании с современными алгоритмами обработки данных для выработки управляющих воздействий на основе методов искусственного интеллекта;

3. Отличительные черты новой АСУ: АСУ регулирует скорость перемещения траверсы пресса и величину сверхвысокого давления жидкости во внутренней полости заготовки, а также способна функционировать в условиях параметрической неопределенности процесса.

Список литературы

1. Вакалюк А.А. Автоматизированная система управления процессом гидрорастяжения бандажных колец большого диаметра // Автоматизация: проблемы, идеи, решения: материалы Междунар. научно-техн. конф. «АПИР-15»; Вестник Тульского государственного университета; под ред. В.В. Прейса, Е.В. Давыдовой. В 2-х частях. – Ч.2. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 280 с.

2. Готлиб Б.М., Добычин И.А., Готлиб М.Б. Автоматизированные кузнечнопрессовые комплексы (опыт создания и эксплуатации). – Екатеринбург: Изд-во Уральской государственной академии путей сообщения, 1998. – 647 с.

3. Конструкция ротора турбогенератора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://es.mpei.ac.ru/VasinVP/konstr_rotora/kons_rotora.htm (дата обращения: 03.06.2011).

4. Особенности конструкций турбогенераторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://leg.co.ua/info/elektricheskie-mashiny/osobennosti-konstrukciy-turbogeneratorov.html (дата обращения: 03.06.2011).

5. Турбогенераторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.motor-remont.ru/books/book1/book1p43.htm (дата обращения: 03.06.2011).

6. Хуторецкий Г.М., Токов М.И., Толвинская Е.В. Проектирование турбогенераторов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987.– 256 с.

7. Ronald J. Zawoysky, Karl C. Tornroos/ GE Generator Rotor Design, Operational Issues, and Refurbishment Options [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://site.ge-energy.com/prod_serv/products/tech_docs/en/downloads/ger4212.pdf.

Рецензенты:

Гребенников В.И., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург;

Нестеров В.Л., д.т.н., профессор, директор Центра стратегического развития, профессор кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» ФГОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 27.06.2011.

УДК 621.391: 519.72

МЕРА ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Дулесов А.С., Агеева П.А.

ГОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», Абакан, e-mail: dulesov@khsu.ru

Представлены основополагающие факторы определения меры информации для технических систем. Среди многообразия форм энтропии выделена информационная энтропия. Дано пояснение задач, касающихся определения структурной и статистической мер информации для систем транспорта материальных ресурсов. Предложены математические выражения вычисления меры энтропии для систем с последовательным и параллельным соединением элементов. В основу вычислений положены вероятности отказа и работоспособных состояний элементов системы.

Ключевые слова: мера информации; энтропия; техническая система; надежность

INFORMATION MEASURE IN THE PROBLEM OF THE ESTIMATION OF TROUBLE-FREE WORK OF TECHNICAL SYSTEM

Dulesov A.S., Ageeva P.A.

Khakass State University named after N.F. Katanova, Abakan, e-mail: dulesov@khsu.ru

Basic factors of definition of a measure of the information for technical systems are presented. Among variety of forms of entropy information entropy is allocated.The explanatory of the problems concerning definition structural and statistical measures of the information for systems of transport of material resources is given. Mathematical expressions of calculation of a measure of entropy for systems with consecutive and parallel connection of elements are offered. Probabilities of refusal and efficient conditions of elements of system are put in a basis.

Keywords: an information measure; entropy; technical system; reliability

Информатика изучает закономерности информационного взаимодействия применительно ко всем классам объектов: естественных, искусственных и смешанных. Её объектом исследования является информация как совокупность имеющихся знаний [1].

Информацию можно измерять и первой формулой вычисления её количества стала формула К. Шеннона, согласно которой информация возрастает с уменьшением вероятности отдельного сообщения. В этом случае информация определяется как мера свободы какой-либо системы выбора в выделении сообщения, то есть как логарифм доступных выборов.

Любая техническая система несет в себе информацию, являющуюся отражением физических (материальных) явлений. Несмотря на наличие в такой системе не только физических, но и информационных, экономических и иных процессов, ограничимся рассмотрением физических взаимодействий. Свойства системы таковы, что они предполагают наличие в ней элементов и связей (различной природы) между ними. Отслеживая различного рода связи, можно видеть результат взаимодействия не только элементов, но и всей системы в целом.

В процессе функционирования элементы системы несут информацию о своем состоянии, фиксируя тем самым определенные свойства воздействующих на них внешних и внутренних процессов, явлений и объектов. Обладая возможностью фиксировать измененное состояние рассматриваемой системы от воздействия на неё других материальных систем, имеются основания для приобретения информации об этих системах. Сложная техническая система, испытывая воздействия, не исключает наличия способностей интерпретировать любым образом эффект влияния для адаптации к внешним изменяющимся условиям.

Имея определенное количество информации, идущей от внешних систем, расшифровав и преобразовав её, можно через систему управления запустить программу адаптации. Поскольку необходимость учета и использования информаций не вызывает сомнений, имеются подходы в определении её количества [2]: энтропийный; алгоритмический; комбинаторный; семантический и прагматический. Первый подход получил применение в задачах количественного определения сложности системы и уровня внешних воздействий, второй – для описания (воссоздания) объекта, четвертый – для описания содержательной части сообщения, передаваемого её получателю, пятый – обращает внимание на полезность передаваемой информации.

Первый подход, с точки зрения анализа состояния системы, способной надежно (бесперебойно) выполнять заданные функции, например, по передаче энергии от источников к потребителям, можно считать приемлемым.

Постановка задачи исследований. Существует четыре формы энтропии [3]:

1. Энтропия как мера неопределенности состояния любой упорядоченной физической системы, или поведения любой системы.

2. Термодинамическая энтропия микрочастиц, или молекулярного (микроскопического) множества.

3. Информационная энтропия (неопределенность информации) сведений о некоторой информационной системе.

4. Энтропия, или неопределенность поведения, любой не вполне упорядоченной системы вплоть до макроскопических множеств.

Первая и третья формы энтропии связаны с неопределенностью состояния системы и пригодны для исследования неживых объектов и процессов. При этом энтропия не имеет своей размерности.

Далее информацию будем рассматривать как процесс, взаимосвязь, отношение между элементами системы. При этом важна информация, которая указывает на наличие отклонений параметров системы от заданных условий (или значений) под воздействием сторонних факторов. Чем больше уровень отклонений параметров от заданных значений, тем выше энтропия и, следовательно, больший хаос наблюдается в системе.

Для определения энтропии должна быть известна цель (или назначение системы), а также условная вероятность её достижения в зависимости от действия факторов, оказывающих существенное влияние на систему [4].

Цель исследований – определение обобщенной энтропии, обусловленной воздействием внешних вероятностных факторов на работоспособность отдельных элементов и системы в целом.

Понятие «обобщенная энтропия» означает, что её можно определить для всех моделей, как физических систем, так и умственных (или интеллектуальных) систем. Обобщенной энтропии модели присущи конечные величины, которые можно определить в виде численных значений.

Определяя обобщенную энтропию, следует исходить из необходимости формирования причинно-следственных связей в системе. Например, для транспортных сетей (или систем) выявляются причины, по которым происходит временное нарушение функционирования элементов, в результате которого потребители недополучают энергию. Чтобы определить величину такой энтропии, необходимо предварительно выделить возможные каналы (цепочки) связи источника с потребителем.

Далее предложим меры информации и возможности их применения в задаче оценки надежности технических систем.

Структурная мера информации

Каждый элемент технической системы с точки зрения надежности функционирования может находиться в одном из двух состояний: работа или отказ. Далее будем рассматривать только такого рода состояния, без учета, например, состояний ремонта, недозагрузки, простоя и т.д. Переход от одного состояния к другому свидетельствует о том, что элемент генерирует сигналы, являясь их источником. Например, при выходе из строя элемента подается сигнал о том, что он перешел в состояние аварийного простоя, а после ремонта – в работоспособное состояние. В нашем случае, если элемент i может находиться в двух непересекающихся состояниях, то от него можно (не без оговорок) получить $N_i = 2$ состояния (сигнала).

Поскольку система имеет в своем составе n элементов, от каждого из них получаем по 2 сигнала, тем самым имеем сигнальную систему. Частота появления сигналов за рассматриваемый промежуток времени будет свидетельствовать о случайном (хаотическом) поведении системы. При этом следует оговориться: по продолжительности действия сигналы равны.

Имея количество элементов в системе ,равное n, можно определить количество возможных состояний системы, то есть количество сигналов $N = 2^n$. Полное число состояний определяется как произведение состояний отдельных элементов. Данное выражение справедливо при условии, что элементы функционируют независимо, а процесс фиксации состояния системы представляет собой поток генерации сигналов от её элементов.

Из вышесказанного видно, что каждое состояние элемента можно закодировать двоичным кодом (0 и 1) длины $N_i = 2$. Общая длина сообщения от системы: $N = N_1 N_2 \ldots N_n$.

В рассматриваемой структуре системы можно выделить несколько путей, которые строятся по принципу: связь источник-потребитель определяется направлением потока энергии. Каждый путь – цепочка из последовательно соединенных элементов, генерирующая сигналы, записанные двоичными кодами. Поскольку элемент имеет длину $N_i = 2$, то длина пути j определится как $L_j = N_1 N_2 \ldots N_k$, где k – количество элементов, входящих в рассматриваемый путь. Общая длина сообщения должна быть равна сумме длин путей: $N_n = \Sigma L_j$.

Величина L может быть принята в качестве меры количества информации. Однако выбор L в виде меры количества информации малопригоден, поскольку не выполняется условие линейного сложения коли-

чества информации, то есть отсутствует условие аддитивности.

Устраняя эти недостатки, Хартли ввел логарифмическую (аддитивную) меру количества информации, позволяющую оценивать количество информации, содержащейся во множестве состояний системы: $H = \log_2 N$. Формула справедлива для случая: если в системе выделить путь длиной L_j, то он будет нести в себе не менее $\log_2 L_j$ бит информации. Бит – единица количества информации в двоичной системе счисления, получаемая при осуществлении одного из двух равновероятных состояний.

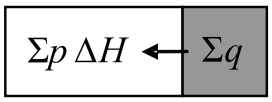
Покажем на примере, как работает мера Хартли. Пусть имеется сигнальная система, состоящая из $n = 8$ элементов. Каждый элемент подает сигнал с интервалами 0,5 ед. о его работе и отказе. Число возможных состояний $N = 2^n = 2^8 = 64$. Энтропия появления в одном из элементов какого-либо из равновероятных состояний равна: $H = \log_2 N = \log_2 64 = 6$ бит.

Данная формула для нашего случая не лишена недостатков, а именно: элементы не различимы по своим характеристикам; рассматриваемые состояния элемента учитываются как равновероятные; не способна отразить свойства каждого из состояний и др. Тем самым формула не учитывает различимость и различность рассматриваемых состояний системы.

С тем, чтобы постараться учесть различность рассматриваемых состояний, необходим статический вероятностный подход в получении конкретного количества информации.

Статистическая мера информации

В процессе эксплуатации системы состояния элементов фиксируются как некоторые события, сообщения о которых регистрируются. За рассматриваемый интервал времени состояние элемента может меняться многократно, так как природа таких событий вероятностна. Когда приходит сообщение о происходящих событиях, вероятность появления которых стремится к единице, то такое сообщение малоинформативно. Полученная информация от эффективных систем свидетельствует о том, что элементы системы обладают высоким уровнем надежности (вероятностью p работоспособности), её энтропия H близка к нулю. Энтропия в системе будет прирастать ΔH, если частота появления событий увеличится (вероятность q отказов растет) и, следовательно, вероятности состояний (q отказа и p работоспособности) элементов будут сближаться по величине (рисунок).



Графическая интерпретация приращения энтропии

Рост энтропии ΔH отражает тенденцию к развитию хаотических процессов в системе, что свидетельствует о старении элементов системы, отсутствии должного управления и организационного поведения. Поэтому эксплуатационнику важно знать: оправдывает ли система возложенные на неё функции.

Анализируя поведение системы, события рассматривают как возможные исходы некоторого опыта. Все исходы рассматриваемого пути составляют группу событий, или ансамбль.

Ансамбль включает в себя события типа отказ и восстановление, сумма вероятностей исходов которых равна единице, то есть $p_i + q_i = 1$. Здесь p_i и q_i – вероятности безотказной работы и отказа элемента i. Один элемент генерирует сигналы (отказ и работа) с вероятностями p и q. Вероятность того, что элемент генерирует сообщение о своем состоянии, определяется по выражению: $P = p^p q^q$, в котором значения степеней означают доли участия каждого из событий в образовавшемся сообщении ($p + q = 1$). Данная функция аддитивна и позволяет посредством формулы Шеннона определить меру информации для элемента i:

$$H_i = -(p \log_2 p + q \log_2 q), \qquad (1)$$

при условии $p + q = 1$

Выражение (1) предполагает, что элемент функционирует независимо от системы. Значения вероятностей здесь имеют статистическую природу, за которыми скрыты факторы воздействия, приводящие к изменению состояния элемента.

Если ставится задача определения энтропии всей системы в целом, то меру информации для k элементов (каждый из которых имеет по два состояния) можно определить по выражению:

$$H = -\sum_{i=1}^{k} (p_i \log_2 p_i + q_i \log_2 q_i), \qquad (2)$$

при условии $\sum_{i=1}^{k} (p_i + q_i) = 1..$

Выражение (2) (формула Шеннона) отражает наличие общей меры информации или обобщенной энтропии, со свойствами

которой можно ознакомиться, имея под рукой, например источники [3, 4] и другие.

Для использования (2) необходима статистика о поведении системы: количество отказов и восстановлений; время пребывания в работоспособном состоянии и состоянии отказа и др.

Предлагаемые формулы дают более полное представление об источнике информации, чем аддитивная мера Хартли. Имея энтропию по (2) можно судить о состоянии системы в целом, отслеживать тенденции к её росту или снижению. Тем не менее следует заметить, что это выражение имеет общий вид. Для проектировщиков и эксплуатационников данная формула малопригодна, поскольку их интересуют индивидуальные качества поведения каждого из элементов системы. Для частных случаев следует определить Σp и Σq исходя из требований, предъявляемых к решению поставленной задачи. Например, одним из таких требований является определение меры информации в задаче доставки ресурсов (или энергии) от источника к потребителю.

Мера энтропии в задаче перемещения ресурсов

Большой класс задач касается вопросов потерь ресурсов при их перемещении от источников к потребителям. Потери обусловливаются наличием факторов случайного и систематического характера. Так, например, к случайным относят отказы элементов системы. Они вызывают кратковременное или полное прекращение поступления ресурсов к потребителям. При этом поток ресурсов прибывает к потребителю несвоевременно и в ограниченном количестве и по своей природе случаен.

Для такого рода задач можно выделить следующие:

1) задача об определении энтропии состояния потребителя в получении им ресурса;

2) задача об определении энтропии состояния транспортной системы (связи источник-потребитель) в передаче ресурса.

Обе задачи условно идентичны. Принципиальная разница в том, что в первой задаче нас интересует общее состояние потребителя (получает он или нет и в какие моменты времени энергию), а во второй – состояние транспортной системы в целом.

Далее мы не будем рассматривать уровни объемов поставок ресурсов, а ограничимся лишь временем перерывов в поставках, так как полагаем, что энергия (например, электрическая, тепловая и др.) должна поступать к потребителю непрерывным потоком.

Рассмотрим первую задачу, которая может быть решена в практике эксплуатации технической системы. Предполагаем, потребитель функционирует как независимая система. Получаемая им энергия из распределительной системы представляет собой во времени потоковый процесс. Отказы элементов в распределительной системе будут генерировать события о прекращении подачи энергии потребителю в полном объеме. Рассматривая случайный потоковый процесс на выбранном интервале времени и выделяя на нём отрезки времени поступления и прекращения подачи энергии, можно определить вероятности состояний: p – работоспособное (когда потребитель получает энергию в необходимом объеме); q – неработоспособное (потребитель не получает энергию).

Пусть на интервале времени выделено k участков i-го работоспособного и l участков j-го неработоспособного состояния, для которых вероятности определяются как $p_i = T_i/T$ и $q_j = T_j/T$, где T_i, T_j и T – соответственно участки времени работоспособного, неработоспособного состояний и выбранный интервал времени. Далее определяется энтропия по выражению:

$$H = -\sum_{i=1}^{k} p_i \log_2 p_i + \sum_{j=1}^{l} q_j \log_2 q_j, \quad (3)$$

при условии $\sum_{i=1}^{k} p_i + \sum_{j=1}^{l} q_j = 1.$

Величина полученной энтропии будет ограничена на интервале $0 \le H \le 1{,}0$ и свидетельствовать о степени участия распределительной системы в обеспечении потребителя энергией.

Если потребителя обеспечивают n независимо функционирующих друг от друга распределительных систем или источников, то обобщенная энтропия степени участия всех источников определится как $H_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} H_i$, где H_i – энтропия источника i.

Рассмотрим вторую задачу, которая может быть решена в практике проектирования транспортных систем. Построим структурную схему распределительной системы, связывающую источник с потребителем. Структура включает в себя цепочки элементов последовательного, параллельного и смешанного вида. Каждый элемент наделен параметрами: частота отказов и частота восстановлений, время простоя, наработка

на отказ и др. На основе этих статистических параметров определяются вероятность работоспособного p_i и неработоспособного q_i состояний элемента i. Будем считать, что этих показателей будет достаточно для определения энтропии. В процессе определения будем соблюдать условие: сумма всех вероятностей состояния распределительной системы должна быть равна единице. Следовательно, всю структуру системы следует преобразовать (эквивалентировать) до цепи источник-потребитель, то есть до одного элемента, эквивалентного по своему состоянию системе. Для этой цели воспользуемся правилами сложения и умножения вероятностей и учтем их при определении энтропии.

В цепочках события могут рассматриваться как одновременные для двух и более элементов, получившие название совместные. Для них можно определить совместную энтропию (или энтропию объединения событий). В зависимости от того, как соединены между собой элементы сети (последовательно или параллельно) будет различной и совместная энтропия $H(AB)$. Различия в энтропиях обусловлены событиями в прерывании потоков энергии. Очевидно, что прерывание потока при отказах элементов в последовательных структурах в большей степени ограничивает доставку ресурсов, нежели в параллельных. Предъявляя к рассмотрению цепь из последовательно или параллельно соединенных элементов, предполагается – события (работоспособное состояние и отказы) в ней совместны.

Перейдем к формированию уравнений определения совместной энтропии. Если рассматривать цепь, состоящую из одного i-го элемента, то усредненная вероятность состояния будет равна $p_i^{p_i}$. Для двух и более соединенных в цепь элементов, их усредненная совместная вероятность состояния

$$P = \prod_{i=1}^{k} (p_i)^{\prod_i p_i},$$

где k – количество элементов в цепи. Тогда через величину совместной вероятности можно определить количество информации (энтропию состояния):

$$H(k) = -\log_2 \prod_{i=1}^{k} (p_i)^{\prod_i p_i} = -\prod_{i=1}^{k} p_i \log_2 \prod_{i=1}^{k} p_i = -\sum_{i=1}^{k} \log_2 (p_i)^{\prod_i p_i}. \quad (4)$$

Выражение (4) справедливо только для одного из двух состояний цепи. Поскольку события типа «отказ» и «работоспособное состояние» принято считать независимыми, то энтропия определяется из выражения:

$$H(n) = -\left[\prod_{i=1}^{k} p_i \log_2 \prod_{i=1}^{k} p_i + (1 - \prod_{i=1}^{k} p_i) \log_2 (1 - \prod_{i=1}^{k} p_i)\right], \quad (5)$$

при $\prod_{i=1}^{k} p_i + (1 - \prod_{i=1}^{k} p_i) = 1$..

Вероятность p_i в (4) и (5) может приниматься в качестве вероятности безотказной работы элемента, так и вероятности отказа. Например, для цепи, состоящей из двух элементов A и B, совместная энтропия согласно (5) определяется:

• для последовательного соединения:

$$H(AB) = -\left[p_a p_b \log_2 p_a p_b + (1 - p_a p_b) \log_2 (1 - p_a p_b)\right],$$

при условии $p_a p_b + (1 - p_a p_b) = 1$;

• для параллельного соединения:

$$H(AB) = -\left[q_a q_b \log_2 q_a q_b + (1 - q_a q_b) \log_2 (1 - q_a q_b)\right],$$

при условии $q_a q_b + (1 - q_a q_b) = 1$, где $p_a p_b$ и $q_a q_b$ – совместные вероятности работоспособного состояния и состояния отказа элементов A и B.

Чтобы определить энтропию эквивалентной цепи, следует, используя методы эквивалентирования, путей и сечений и др., определить эквивалентные вероятности безотказной работы и отказа, подставить их в выражение (1). Таким образом, вторая задача будет решена.

Заключение

Предложенные выше выражения позволяют определить энтропию состояния потребителя в получении им ресурса и энтропию состояния транспортной системы при передаче энергии от источника к потребителю. Энтропия имеет преимущества перед вероятностями при оценке надежности поставки энергии, поскольку не связана со статистическими законами распределения случайных величин. По величине энтропии можно судить об уровне надежности каналов поставки и выборе оптимального, с точки зрения надежности, варианта продвижения энергии.

Список литературы

1. Кузнецов Н.А., Баксанский О.Е., Гречишкина Н.А. Фундаментальное значение информатики в современной научной картине мира // Информационные процессы. – 2006. – Т.6, №2. – С. 81–109.

2. Кузнецов Н.А. Информационное взаимодействие в технических и живых системах // Информационные процессы. – 2001. – Т.1, №1. – С. 1–9.

3. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами // Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова. – М.: Наука, 2003. – 428 с.

4. Лийв Э.Х. Инфодинамика. Обобщённая энтропия и негэнтропия. – Таллинн: АО Юхисэлу, 1998. – 200 с.

Рецензенты:

Булакина Е.Н., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» Хакасского технического института – филиала Сибирского федерального университета, г. Абакан;

Кочетков В.П., д.т.н., профессор, профессор кафедры электроснабжения Хакасского технического института – филиала Сибирского федерального университета, г. Абакан;

Клевцов Г.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Физика металлов и наноструктур» Оренбургского государственного университета, г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 13.06.2011.

УДК 62–26

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ РЕЗИНОВОГО СЛОЯ ДЕМПФЕРА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ

Егоров А.В.

ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, e-mail: oid@vlsu.ru

Проведен анализ результатов экспериментальных исследований жесткостных характеристик резинового слоя демпфера крутильных колебаний. Экспериментальным путем определены коэффициенты динамической жесткости резинового слоя при различных параметрах демпфера. Получена эмпирическая зависимость значения модуля упругости второго рода резины от относительной угловой деформации. Получена эмпирическая зависимость, позволяющая определять значение коэффициента жесткости резинового слоя при различной температуре.

Ключевые слова: резина, коэффициент жесткости, модуль упругости, демпфер крутильных колебаний

DETERMINATION OF DYNAMIC STIFFNESS OF RUBBER LAYER OF INTERNAL FRICTION DAMPER

Egorov A.V.

Vladimir state university, Vladimir, Владимир, e-mail: oid@vlsu.ru

Results of experimental research of stiffness characteristics of damper's rubber layer are analyzed. Dynamic stiffness coefficients for different parameters of damper are determined experimentally. Empirical dependence of shear modulus on relative angular deformation is obtained. Empirical dependence, that makes it possible to determine value of stiffness coefficient of rubber for different temperatures, is derived.

Keywords: rubber, stiffness coefficient, elastic modulus, torsional vibration damper

При расчете параметров демпферов крутильных колебаний на стадии проектирования необходимо выбрать такой момент инерции маховика демпфера $I_д$ и коэффициент динамической жесткости $C_д$ упругого (резинового) слоя, чтобы обеспечить минимальные значения амплитуд колебаний на носке вала и касательных напряжений в узловом сечении коленчатого вала [1].

Целью данной работы являлось экспериментальное определение коэффициента динамической жесткости $C_д$ при различных параметрах демпфера: моменте инерции маховика $I_д$ и толщине резинового слоя $h = r_1 - r_2$ (r_1 и r_2 – наружный и внутренний радиусы резинового слоя (рис. 1)). В исследованиях принималось, что ширина демпфера – постоянна (l = const).

Значение статического коэффициента жесткости демпфера $C_{ст}$ можно найти по формуле [2, 3, 4]:

$$C_{ст} = \frac{4\pi G_{ст} l r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}, \qquad (1)$$

где $G_{ст}$ – модуль упругости второго рода резинового слоя; l – ширина демпфера (рис. 1).

Известно, что для резины зависимость деформации от приложенной нагрузки – нелинейная [5]. Чем выше угловая деформация, тем больше нелинейность зависимости модуля упругости второго рода $G = f(\varphi)$.

В данной работе принимается, что модуль упругости второго рода G зависит только от относительной угловой деформации γ:

$$G = f(\gamma). \qquad (2)$$

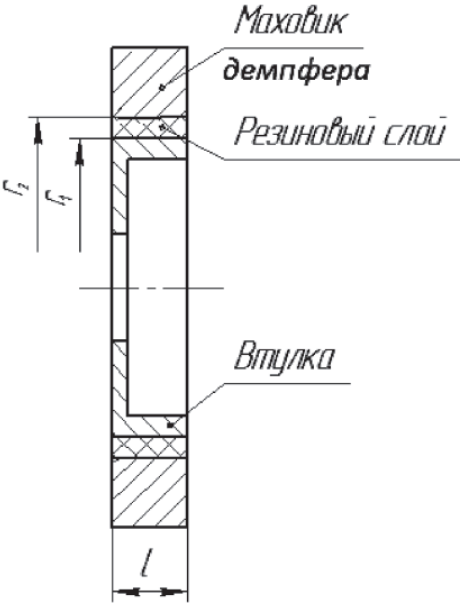


Рис. 1. Демпфер внутреннего трения

Для определения значения статического коэффициента жесткости $C_{ст}$ демпфер нагружался только крутящим моментом M по двум направлениям – по и против часовой стрелки. При этом записывался угол закрутки φ. Результаты замеров приведены в табл. 1.

Относительная угловая деформация γ, касательное напряжение τ и модуль упругости второго рода связаны отношением:

$$\tau = \gamma G. \qquad (3)$$

Таблица 1

Результаты измерения жесткостных характеристик резинового слоя демпферов внутреннего трения при приложении статической нагрузки и температуре $t = 24\,°C$

Толщина резинового слоя h, мм	Среднее значение угла закрутки ϕ по результатам пятнадцати замеров, рад						
	при крутящем моменте M, Н·м						
	0	50	100	150	200	250	300
6	0	0,00086	0,00162	0,00228	0,00297	0,00368	0,00438
8	0	0,00113	0,00225	0,00333	0,00421	0,00520	0,00624
10	0	0,00194	0,00300	0,00426	0,00550	0,00672	0,00796
12	0	0,00196	0,00355	0,00498	0,00656	0,00792	0,00943

Касательное напряжение τ можно найти по формуле [2]:

$$\tau_{max} = \frac{M}{2\pi l} \cdot \frac{1}{r_1^2}. \quad (4)$$

При этом угол закрутки φ определяется по формуле [2]:

$$\phi = \frac{M}{4\pi G l} \cdot \frac{r_2^2 - r_1^2}{r_1^2 r_2^2}. \quad (5)$$

Подставляя значение из формулы (4) в (5) и решая относительно τ, получим:

$$\tau_{max} = G \cdot \frac{2\phi \cdot r_2^2}{\left(r_2^2 - r_1^2\right)}. \quad (6)$$

Из равенств (3) и (6), значение относительной угловой деформации равно:

$$\gamma = \frac{2\phi \cdot r_2^2}{\left(r_2^2 - r_1^2\right)}. \quad (7)$$

На рис. 2 показана зависимость среднего значения модуля упругости второго рода резинового слоя демпфера от относительной угловой деформации γ.

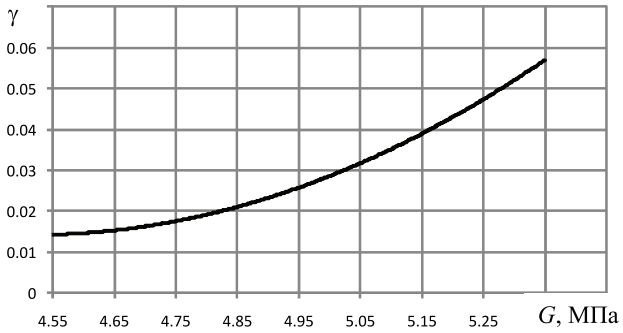


Рис. 2 Зависимость среднего значения модуля упругости второго рода резинового слоя демпфера от относительной угловой деформации γ

После обработки данных экспериментальных исследований с помощью метода наименьших квадратов, была получена эмпирическая зависимость, позволяющая определить действительное значение модуля упругости G второго рода при различных значениях относительной угловой деформации γ:

$$G = 4{,}31 + 30{,}45\gamma - 225\gamma^2, \text{ МПа}. \quad (8)$$

В табл. 2 приведены результаты обработки данных статических испытаний.

Исходя из приведенных данных (см. табл. 2), погрешность расчета при использовании значения модуля упругости второго рода G, не зависящего от значения относительной угловой деформации γ, не превышает 5% только при $\gamma < 0{,}03$. Поэтому при значениях относительной угловой деформации выше 0,03 необходимо использовать зависимость (2).

При расчете демпфера крутильных колебаний внутреннего трения необходимо использовать динамический коэффициент жесткости $C_д$, который определяется по формуле [5]:

$$C_д = k \cdot C_{ст}, \quad (9)$$

согласно которой динамическая жесткость $C_д$ равна произведению статической жесткости $C_{ст}$ и параметра k, учитывающего влияние скорости деформации на модуль упругости.

Параметр k в общем случае должен представлять собой сложную зависимость, учитывающую режим деформации, вид каучука и ингредиентов резиновой смеси, режим вулканизации и другие факторы, трудно поддающиеся теоретическому анализу. Поэтому наиболее прямым и достоверным путем его установления является эксперимент.

Таблица 2

Результаты обработки экспериментальных данных

γ по результатам расчета по формуле (7)	Касательное напряжение τ_{max}, кПа			Погрешность, %
	по результатам расчета по формуле:		по результатам расчета по формуле (3) при G, рассчитанном по формуле (8)	
	(3) при G = const	(4) при G = const		
0	0	0	0	0
0,012	57	55	58	1
0,024	113	110	115	2
0,034	170	172	187	10
0,044	226	227	253	12
0,053	283	285	326	15
0,062	339	342	397	17

Вместе с тем до настоящего времени практически отсутствуют данные о параметре k, позволяющие с достаточной для практики точностью определять динамический коэффициент жесткости $C_д$.

Для определения динамического коэффициента жесткости $C_д$ проводился эксперимент, в ходе которого маховик демпфера предварительно закручивался под действием нагрузки. Затем нагрузка резко сбрасывалась.

После этого маховик демпфера начинал совершать свободные затухающие колебания на резиновом слое с жесткостью $C_д$.

Логарифмический декремент затухания δ также определяется по записи колебаний по формуле [2]:

$$\delta = \ln\frac{\phi_{n+1}}{\phi_n} = \frac{\pi\xi_д}{I_д\omega}, \qquad (10)$$

где φ_n и φ_{n+1} – амплитуды двух последующих колебания соответственно, n – порядковый номер колебаний (рис. 3).

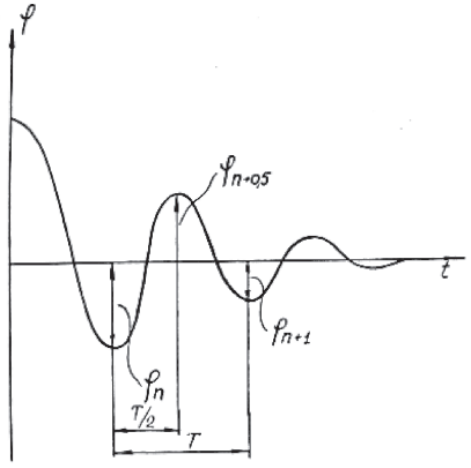


Рис. 3. Зависимость угла закрутки φ маховика демпфера от времени при динамическом приложении нагрузки

При обработке данных динамических испытаний находилось среднее значение логарифмического декремента затухания δ по формуле:

$$\delta_{ср} = \frac{\ln\frac{\phi_2}{\phi_1} + \ln\frac{\phi_3}{\phi_2} + ... + \ln\frac{\phi_{n+1}}{\phi_n}}{n}. \qquad (11)$$

Динамический коэффициент жесткости $C_д$ определяется по формуле [2]:

$$C_д = I_д\omega_д^2\left[1+\left(\frac{\delta}{2\pi}\right)^2\right]. \qquad (12)$$

Частота $\omega_д$ затухающих колебаний маховика демпфера $\omega_д = 2\pi/T$, где T — период одного колебания, который вычисляется по записи колебаний на осциллограмме (рис. 3).

В табл. 3 приведены результаты обработки данных статических и динамических испытаний.

По результатам обработки экспериментальных данных (см. табл. 3), среднее значение коэффициента k, учитывающего влияние скорости деформации на модуль упругости, равно 2,3.

При работе двигателя демпфер нагревается до температуры t = 50…60 ºС [3]. При этом коэффициент жесткости резинового демпфирующего элемента меняется. Поэтому для определения статического коэффициента жесткости при изменении температуры $C_{ст(t)}$ предлагается зависимость:

$$C_{ст(t)} = \alpha \cdot C_{ст}, \qquad (13)$$

где $C_{ст}$ – коэффициент статической жесткости, полученный по зависимости (2); α – коэффициент, учитывающий изменения коэффициента жесткости в зависимости от температуры t.

Для определения зависимости коэффициента жесткости демпфирующего элемента от температуры демпфера проводились испытания на безмоторном стенде при температурах демпфера – 10…60ºС. На рис. 4 приведены графики изменения статического коэффициента жесткости $C_{ст}$ от температуры t.

Таблица 3

Результаты обработки экспериментальных данных

Номер образца	Момент инерции маховика $I_д$, кг·м^2	Толщина резинового слоя h, м	Коэффициент жесткости по результатам испытаний $C\cdot10^{-4}$, Н·м при температуре 24 ºС		δ	$\omega_д$, с$^{-1}$	k
			статических $C_{ст}$	динамических $C_д$			
1	0,125	0,006	5,2	10,0	0,92	698	1,9
2	0,132	0,006	5,2	10,5	0,70	679	2,0
3	0,145	0,006	5,2	11,5	0,62	648	2,2
4	0,125	0,008	3,7	7,4	0,85	591	2,0
5	0,132	0,008	3,7	7,7	0,67	575	2,1
6	0,145	0,008	3,7	8,5	0,61	549	2,3
7	0,125	0,010	2,8	7,4	0,85	516	2,6
8	0,132	0,010	2,8	7,7	0,65	502	2,8
9	0,145	0,010	2,8	6,4	0,56	479	2,3
10	0,125	0,012	2,2	5,6	0,82	460	2,5
11	0,132	0,012	2,2	5,9	0,64	448	2,7
12	0,145	0,012	2,2	5,1	0,55	427	2,3

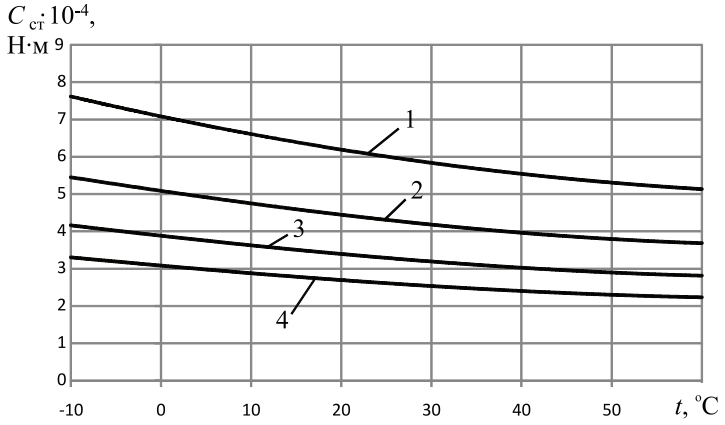


Рис. 4. Зависимость коэффициента жесткости резинового демпфирующего элемента $C_{ст}$ от температуры t при толщинах резинового слоя:
1 – h = 6 мм; 2 – h = 8 мм; 3 – h = 10 мм; 4 – h = 12 мм

После обработки данных экспериментальных исследований с помощью метода наименьших квадратов, была получена эмпирическая зависимость, позволяющая определить действительное значение коэффициента α при изменении температуры:

$$\alpha = 1{,}16 - 0{,}01\cdot t + 4{,}70\cdot t^2. \qquad (14)$$

Список литературы

1. Егоров А.В. Выбор параметров демпферов крутильных колебаний внутреннего трения / // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф.; под ред. А.Н. Гоца. Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2010. – С. 154–157.

2. Гоц А.Н. Крутильные колебания коленчатых валов автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 200 с.

3. Гоц А.Н., Дрозденко В.Ф. Расчет параметров демпферов внутреннего трения // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: материалы VII Междунар. науч.-практ. семинара; под ред. В.В. Эфроса, А.Н. Гоца, А.А. Гаврилова. – Владимир, 2005. – С. 49–50. – ISBN 5-86953-146-2.

4. Гоц А.Н. Методика расчета демпфера крутильных колебаний внутреннего трения // Совершенствование мощностных, экономических и экологических показателей ДВС: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф.; под ред. В.В. Эфроса, А.Н. Гоца. – Владимир, 2001. – С. 116–120.

5. Истомин П.А. Крутильные колебания в судовых ДВС // Судостроение. – Ленинград, 1968.

Рецензенты:

Кульчицкий А.Р., д.т.н., профессор, зам. главного конструктора по испытаниям ООО «Владимирский моторно-тракторный завод» г. Владимир;

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок Владимирского государственного университета им. А. Г. и Н. Г. Столетовых Министерства образования и науки, г. Владимир.

Работа поступила в редакцию 30.06.2011.

УДК 691.51:666.9(075.8)

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Ильина Л.В.

ГОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет», Новосибирск, e-mail: nsklika@mail.ru

Показана возможность повышения прочностных характеристик цементных композитов (цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона), изготовленных на основе портландцемента, хранившегося длительное время в условиях Крайнего Севера, путем введения дисперсных минеральных добавок (диопсид, волластонит) и электролитов с многозарядными катионами и анионами ($Al_2(SO_4)_3$ и $Fe_2(SO_4)_3$). При этом введение 5–9% мас. дисперсных минеральных добавок в цементно-песчаный раствор приводит к увеличению его прочности до 75% и прочности тяжелого бетона на 30–50%. Дальнейшее повышение активности цемента после длительного хранения может быть обусловлено дополнительным введением электролитов. Совместное введение дисперсных минеральных добавок и электролитов с многозарядными катионами и анионами позволяет при использовании длительно хранившегося (23 месяца) портландцемента увеличить прочностные показатели цементно-песчаного раствора в 2,5 раза, а прочностные показатели тяжелого бетона – в 2,3 раза.

Ключевые слова: портландцемент, длительное хранение, повышение прочности, минеральные добавки, электролиты, цементный камень, цементно-песчаный раствор, бетон

INCREASING STRENGTH CHARACTERISTICS OF COMPOSITES BASED ONCEMENT CEMENT LONG-TERM STORAGE

Ilyina L.V.

GOU VPO «Novosibirsk State Architectural University», Novosibirsk, e-mail: nsklika@mail.ru

The possibility of increasing the strength characteristics of cement composites (cement, cement-sand mortar and concrete), made on the basis of Portland cement, stored for a long time in the Far North, by the introduction of dispersed mineral supplements (diopside, wollastonite) and the electrolyte cations and multiply anions ($Al_2(SO_4)_3$ and $Fe_2(SO_4)_3$). At the same time the introduction of 5–9% by weight. dispersed mineral additionsin cement mortar increases its strength to 75% and strength concretes at 30–50%. A further increase in activity of cement after prolonged storage may be due to the introduction of additional electrolytes. Coadministration of dispersed mineral supplements and electrolytes with multiply cations and anions allows the use of stored for a long time (23 months) to increase the strength characteristics of Portland cement and sand mortar in 2,5 times, and strength properties of heavy concrete – 2,3 times.

Keywords: portland cement, long-term storage, increase strength, mineral supplements, electrolytes, cement stone, cement mortar and concrete

Свойства вяжущих веществ, в том числе портландцемента, как правило, исследуют непосредственно или через непродолжительное время после их изготовления. При этом подробно изучены структура и свойства цемента, механизм и кинетика гидратации клинкерных минералов, коррозия цементного камня и бетона [1, 2]. Изменение свойств портландцемента при длительном хранении практически не рассматривается, так как в основном использование его осуществляется вскоре после изготовления. Вместе с тем нередки случаи продолжительного хранения таких материалов, что неизбежно приводит к изменению их свойств в результате взаимодействия с окружающей средой. Длительное хранение цемента, особенно в среде с повышенной влажностью, приводит к его частичной гидратации и карбонизации. Это обусловливает ухудшение его свойств [3, 4]. Особенно актуальны эти вопросы для отдаленных районов Сибири, Севера, Дальнего Востока.

В отдаленных районах России (Север, Сибирь, Дальний Восток) ближайшие цементные заводы отсутствуют, и доставка цемента или клинкера производится главным образом водным путем в период краткосрочной навигации. При этом цемент и клинкер вынуждено подвергаются длительному хранению в течение нескольких месяцев. Аналогичная ситуация может возникнуть в случае длительной остановки по каким-либо причинам производства строительных материалов с использованием цемента.

Повышение активности портландцемента после его длительного хранения может быть достигнуто введением минеральных добавок, например волластонита [5] или электролитов с многозарядными катионами [6].

Необходимо исследование свойств портландцемента, хранившегося длительное время в производственных условиях в регионах с жестким климатом.

В данной работе исследован цемент после хранения в течение 23 месяцев в условиях Крайнего Севера. Цемент хранился в биг-бегах в закрытом неотапливаемом складе на поддонах. Исследования проведены

при строительстве обогатительной фабрики ООО «ЗК «Майское», расположенной в 180 км от г. Певек, Чаунского муниципального района Чукотского автономного округа.

Исследован портландцемент ASTM C-150 PO 42,5 Type I/II производства компании Shandong Shanshui Cement Group LTD (Sunnsy, Китай). Минералогический состав цемента, по данным завода изготовителя, % мас.: C_3S – 50,0–54,4; C_2S – 14,2–18,2; C_3A – 6,0–6,8; C_4AF – 11,6–12,0. Химический состав цемента, % мас: SiO_2 – 20,8–21,5; Al_2O_3 – 5,3–5,8; Fe_2O_3 – 3,25–3,50; CaO – 60–65; MgO – 1,7–3,0; SO_3 – 2,7–3,0; нерастворимый остаток – 0,1–0,7.

По результатам испытаний в аккредитованной лаборатории прочность стандартных образцов цементно-песчаного раствора из исходного цемента составляет: после тепловлажностной обработки – при изгибе 6,2 МПа, при сжатии – 25,5 МПа, после 28 суток твердения при нормальных условиях – при изгибе 6,3 МПа, при сжатии 43,6 МПа.

В данной работе исследования проводились на образцах цементного камня с размерами 20×20×20 мм, цементно-песчаного раствора с размерами 40*40*160 мм и бетона с размерами 100×100×100 мм, полученных в результате твердения образцов при нормальных условиях и после тепловлажностной обработки (ТВО) по режиму: подъем температуры в течение 3 часов, выдержка при температуре 85 °С в течение 6 часов, снижение температуры в течение 2 часов.

В составе цементно-песчаного раствора соотношение цемент:песок составляло 1:3. Бетон имел состав, кг/м^3: цемент – 333 кг, песок – 615 кг, щебень – 1300 кг, вода – 226 л.

В качестве дисперсных минеральных добавок использовали измельченные природные кальций-силикатные горные породы – волластонит и диопсид, являющиеся отходами производства. Волластонит – однокальциевый силикат ($CaO·SiO_2$). В работе использована измельченная волластонитовая порода Слюдянского месторождения, имевшая состав, % мас.: SiO_2 – 47,0; CaO – 49,4; MgO – 1,2; Al_2O_3 – 0,1; Fe_2O_3 – 0,1; потери при прокаливании 2,1. Удельная поверхность порошка волластонита составляла 290 м^2/кг, среднеобъемный размер частиц, определенный методом лазерной гранулометрии, был равен 33,9 мкм.

Диопсид – силикат кальция и магния ($CaO·MgO·2SiO_2$). Использованный в работе диопсид представлял слбой измельченную породу – отход от переработки флюгопитовых руд Алданского месторождения (республика Саха, Якутия). Его химический состав, % мас.: SiO_2 – 50,3; CaO – 24,6; MgO – 15,6; Al_2O_3 – 3,4; Fe_2O_3 – 5,8; R_2O – 0,3. Удельная поверхность порошка волластонита составляла 210 м^2/кг, среднеобъемный размер частиц, определенный методом лазерной гранулометрии, был равен 49,6 мкм.

Количество минеральных добавок изменялось от 2 до 11 % от массы вяжущего. Добавки перемешивали в шаровой мельнице в течение двух часов с портландцементом, хранившимся длительное время.

Использование этих добавок обусловлено следующим. Эти добавки являются силикатами кальция, то есть близкими по составу к основным клинкерным минералам – алиту и белиту и продуктам их гидратации. Кроме того, эти добавки обладают высокой твердостью, сопоставимой или превосходящей твердость частиц цемента. При совместном перемешивании таких добавок с длительно хранившимся цементом они будут способствовать обновлению поверхности его частиц.

В табл. 1–3 приведены данные по прочности при сжатии образцов цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона при введении добавок волластонита и диопсида. Следует отметить, что в результате хранения в течение 23 месяцев прочность образцов цементно-песчаного раствора снизилась по сравнению с указанными выше исходными значениями: после ТВО – при изгибе в 2 раза, при сжатии – на 65 %, после 28 суток твердения при нормальных условиях снижение прочности составило: при изгибе – на 60 %, при сжатии – на 80 %.

При введении волластонита прочность цементного камня возрастает на 50–65 % при содержании добавки 5–9 % мас. При большем и меньшем количестве добавки наблюдается меньшее увеличение прочности.

У цементно-песчаного раствора при введении 5–9 % мас. волластонита прочность возрастает на 35–50 %. У образцов бетона введение в состав цемента 5–9 % мас. волластонита приводит к увеличению прочности на 30–40 %. Эффект упрочнения при введении добавки волластонита проявляется сильнее при тепловлажностной обработке образцов (см. табл. 1, 2).

При введении в состав цемента диопсида (см. табл. 1) наблюдается большее упрочнение, чем при введении волластонита. Так, введение 5–9 % мас. диопсида приводит к увеличению прочности образцов после тепловлажностной обработки на 70–85 %, после 28 суток твердения при нормальных условиях – на 65–78 % (табл. 1, 3).

Аналогичное увеличение прочности составляет у образцов цементно-песчаного раствора и бетона соответственно на 70, 50–60 и 40–50 %.

Таблица 1

Прочностные характеристики цементно-песчаного раствора (МПа) при введении добавок волластонита и диопсида в цемент, хранившийся в течение 23 месяцев

Вид добавки	Количество добавки, % мас.											
	0		2		5		7		9		11	
	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$
Тепловлажностная обработка												
Волластонит	3,1	16,4	4,2	22,1	4,4	23,3	4,5	24,0	4,6	24,4	4,1	22,0
Диопсид	3,7	16,4	4,5	20,2	5,8	24,9	6,0	28,1	5,9	27,6	5,7	26,1
Нормальные условия твердения, 28 суток												
Волластонит	3,7	18,1	4,0	23,3	4,4	24,4	4,8	25,6	5,5	26,8	4,9	24,5
Диопсид	3,7	18,1	4,9	22,4	6,2	25,7	6,4	27,4	6,5	29,6	6,2	27,1

Таблица 2

Прочность при сжатии (МПа) материалов на основе цемента, хранившегося в течение 23 месяцев, при введении добавки волластонита

Объект испытания	Количество добавки волластонита, % мас.					
	0	2	5	7	9	11
Тепловлажностная обработка						
Цементный камень	37,9	56,3	61,8	60,9	52,4	55,9
Цементно-песчаный раствор	16,4	22,1	23,3	24,0	24,4	22,0
Бетон	12,5	15,9	17,5	16,9	17,8	15,6
Нормальные условия твердения, 28 суток						
Цементный камень	42,9	60,9	64,7	65,1	67,3	60,4
Цементно-песчаный раствор	18,1	23,3	24,4	25,6	26,8	24,5
Бетон, нормальные условия твердения в течение:						
• 3 суток	2,4	3,0	3,5	3,8	4,1	3,1
• 7 суток	4,5	5,7	6,3	7,1	7,6	5,8
• 14 суток	8,1	10,0	10,9	11,2	11,6	10,2
• 28 суток	14,5	17,3	18,6	18,9	19,2	17,3

Таблица 3

Прочность при сжатии при введении добавки диопсида в цемент, хранившийся в течение 23 месяцев

Объект испытания	Количество добавки диопсида, % мас.					
	0	2	5	7	9	11
Тепловлажностная обработка						
Цементный камень	37,9	59,9	65,6	70,2	68,8	64,1
Цементно-песчаный раствор	16,4	20,2	24,9	28,1	27,6	26,1
Бетон	12,5	17,2	18,8	20,1	19,5	18,2
Нормальные условия твердения, 28 суток						
Цементный камень	42,9	64,1	70,0	74,2	76,4	70,9
Цементно-песчаный раствор	18,1	22,4	25,7	27,4	29,6	27,1
Бетон, нормальные условия твердения в течение:						
• 3 суток	2,4	3,1	3,8	4,0	4,1	3,7
• 7 суток	4,5	5,6	6,3	6,8	7,2	6,1
• 14 суток	8,1	10,8	11,5	12,0	12,4	11,2
• 28 суток	14,5	18,6	20,3	20,8	21,5	19,7

Введение добавок волластонита и диопсида позволяет эффективнее использовать потенциальные возможности цемента. Уже при 2% мас. этих добавок прочность цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона после ТВО существенно превышает прочность аналогичных образцов без добавок после 28 суток твердения при нормальных условиях.

Таким образом, для повышения активности портландцемента, хранившегося длительное время (в данном случае в течение 23 месяцев) и вследствие этого в значительной мере утратившего активность, может быть эффективно использовано введение дисперсных минеральных добавок – диопсида и волластонита. При удельной поверхности, составляющей 200–300 м^2/кг, их оптимальное количество равно 7–9% мас.

Дальнейшее повышение активности цемента после длительного хранения может быть обусловлено дополнительным введением электролитов. В качестве электролитов в работе использованы соли с многозарядными катионами и анионами ($Al_2(SO_4)_3$ и $Fe_2(SO_4)_3$). Их введение в количестве 1% от массы цемента обеспечивает повышение его активности после длительного хранения [3].

Значения предела прочности при сжатии образцов цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона, изготовленных из портландцемента хранившегося в течение 23 месяцев, приведены в табл. 4–6.

Таблица 4

Влияние добавок минеральных наполнителей и электролитов на прочность (МПа) образцов цементного камня, изготовленных из портландцемента, хранившегося в течение 23 месяцев

Вид и количество добавок						
без добавок	добавка 1% мас. электролитов		добавка 7% мас. волластонита и 1% мас. электролита		добавка 7% мас. диопсида и 1% мас. электролита	
	$Fe_2(SO_4)_3$	$Al_2(SO_4)_3$	$Fe_2(SO_4)_3$	$Al_2(SO_4)_3$	$Fe_2(SO_4)_3$	$Al_2(SO_4)_3$
Твердение в условиях тепловлажностной обработки						
37,9	47,8	51,6	67,6	73,0	80,3	83,7
Твердение 28 суток в нормальных условиях						
42,9	56,7	60,2	75,9	78,3	86,6	89,1

Таблица 5

Влияние добавок минеральных наполнителей и электролитов на прочность (МПа) образцов, изготовленных из цементно-песчаного раствора на основе портландцемента, хранившегося 23 месяца

Условия и продолжительность твердения	Вид и количество добавок													
	без добавок		1% мас. электролитов				7% мас. волластонита и 1% мас. электролита				7% мас. диопсида и 1% мас. электролита			
			$Fe_2(SO_4)_3$		$Al_2(SO_4)_3$		$Fe_2(SO_4)_3$		$Al_2(SO_4)_3$		$Fe_2(SO_4)_3$		$Al_2(SO_4)_3$	
	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$
ТВО	3,1	16,4	3,7	20,8	4,0	22,8	6,5	34,1	6,9	36,0	8,0	38,8	8,7	42,4
Нормальные условия, 28 суток	3,7	18,1	4,6	23,8	5,0	25,9	7,8	38,7	8,2	39,4	8,8	42,7	9,0	45,3

Полученные результаты показывают, что введение 7% мас. дисперсных минеральных добавок (волластонит, диопсид) и 1% мас. электролитов с многозарядными катионами и анионами ($Fe_2(SO_4)_3$, $Al_2(SO_4)_3$) позволяет при использовании длительно хранившегося (23 месяца) портландцемента:

– увеличить прочностные показатели цементного камня в два раза при твердении как в условиях ТВО, так и при нормальных условиях;

– увеличить прочностные показатели цементно-песчаного раствора в 2,5 раза при твердении как в условиях ТВО, так и при в нормальных условиях;

– увеличить прочностные показатели тяжелого бетона в 2,1 раза при твердении в условиях ТВО и в 2,3 раза – при твердении в нормальных условиях.

Таблица 6

Влияние добавок минеральных наполнителей и электролитов на прочность (МПа) образцов бетона, изготовленных на основе портландцемента, хранившегося 23 месяца

Условия и продолжительность твердения	Вид и количество добавок						
	без добавок	1% мас. электролитов		7% мас. волластонита и 1% мас. электролита		7% мас. диопсида и 1% мас. электролита	
		$Fe_2(SO_4)_3$	$Al_2(SO_4)_3$	$Fe_2(SO_4)_3$	$Al_2(SO_4)_3$	$Fe_2(SO_4)_3$	$Al_2(SO_4)_3$
ТВО	12,5	15,2	16,6	21,7	22,2	24,6	26,9
Нормальные условия, 3 суток	2,4	3,5	3,2	4,1	4,5	5,2	5,7
Нормальные условия, 7 суток	4,5	6,4	6,0	7,8	8,2	9,6	10,1
Нормальные условия, 14 суток	8,1	11,6	10,8	13,9	14,6	17,0	18,3
Нормальные условия, 28 суток	14,5	20,2	18,4	24,7	25,9	30,8	33,9

Скорость набора прочности образцов бетона несколько больше при введении добавок электролитов, чем у исходного состава без добавок.

Полученные результаты могут быть обусловлены следующим. Дисперсные минеральные добавки (волластонит, диопсид), обладающие высокой твердостью, способствуют при их тщательном перемешивании с длительно хранившимся цементом обновлению поверхности его частиц. Кроме того, такие добавки обеспечивают микроармирование цементного камня, препятствуют распространению в нем трещин. Энергетическое воздействие поверхности частиц добавок оказывает влияние на процесс гидратации цемента, способствуя формированию более плотной и прочной структуры твердеющей системы. Диопсид по сравнению с волластонитом обладает более высокой твердостью и модулем упругости. При нагружении системы он воспринимает более значительную часть напряжений, чем цементная матрица. Это способствует повышению прочности цементного камня и обеспечивает большую эффективность действия диопсида по сравнению с волластонитом.

Добавки электролитов влияют на процессы взаимодействия между частицами цемента и жидкой фазой, способствуя возникновению дефектов на поверхности частиц цемента и повышению его активности. Кроме того, добавки электролитов, содержащие многозарядные катионы и анионы, интенсифицируют коагуляционные процессы в твердеющей системе. Это также способствует формированию прочной и плотной структуры цементного камня.

Таким образом, введение 7% мас. дисперсных минеральных добавок, таких как диопсид, волластонит, и 1% мас. электролитов с многозарядными катионами и анионами обеспечивает повышение активности цемента, хранившегося в течение 23 месяцев и увеличение в 2–2,5 раза прочности, получаемых с его применением, образцов цементно-песчаного раствора и тяжелого бетона.

Список литературы

1. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов: учебное пособие для студентов вузов / И.Г. Лугинина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2004. – Ч. 1 – 240 с.

2. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высш. шк., 1980. – 472 с.

3. Кузнецова Т.В. Физическая химия вяжущих материалов / Т.В. Кузнецова, И.В. Кудряшов, В.В. Тимашев. – М.: Высш. шк., 1989. – 384 с.

4. Теория цемента / А.А. Пащенко, Е.А. Мясникова, В.С. Гумен, Ю.Р. Евсютин, М.М. Салдугей, М.А. Саницкий, В.П. Сербин, В.В. Токарчук, И.Б. Удачкин, В.В. Чистяков. – Киев: Будівельник, 1991. – 166 с.

5. Бердов Г.И Влияние минеральных добавок на свойства цементных материалов / Г.И. Бердов, Л.В. Ильина, Н.А. Машкин // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 1. – С. 49–52.

6. Бердов Г.И. Влияние добавок электролитов на прочность образцов, изготовленных из длительно хранившегося портландцемента / Г.И. Бердов, Н.А. Машкин, Л.В. Ильина, М.А. Раков // Строительные материалы. – 2010. – №8. – С. 48–50.

Рецензенты:

Бердов Г.И., д.т.н., профессор ГОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет», г. Новосибирск;

Зырянова В.Н., д.т.н., профессор кафедры химии ГОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет», г. Новосибирск.

Работа поступила в редакцию 10.07.2011.

УДК 519.254

ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Качановский Ю.П., Коротков Е.А.

ГОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», Липецк;
ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», Липецк, e-mail: evg.korotkov@mail.ru

В данных, используемых нейронной сетью для обучения, могут присутствовать противоречивые сведения. Чтобы исключить такие данные предлагается использовать профиль компактности, который изначально применялся в задаче классификации. Для сведения задачи предобработки данных в моделировании к задаче предобработки в классификации выполняется процедура кластерного анализа над выходными параметрами нейросетевой модели. Эффективность данного решения подтверждается результатами проведенного эксперимента.

Ключевые слова: нейронные сети, предобработка данных, профиль компактности

PREPROCESSING DATA FOR TRAINING OF NEURAL NETWORKS

Kachanovskij J.P., Korotkov E.A.

Lipetsk state technical university, Lipetsk;
Novolipetsk iron and steel corporation, e-mail: evg.korotkov@mail.ru

Inconsistent data can be present In the data used by neural networks for training. To exclude such data it is offered to use a profile of compactness which was initially applied in a classification problem. The procedure of cluster analysis is performed over target parameters of neural models to transform task of preprocessing data in classification to task of preprocessing data in modelling. Efficiency of the given decision is confirmed by results of the experiment.

Keywords: neural networks, preprocessing data, profile of compactness

В работах [5, 6] для решения задачи моделировании сквозной технологии производства холоднокатаного проката (автолистовой стали), характеризующейся большим числом учитываемых параметров, предложено использовать нейронную сеть. Обучение нейронной сети на первичных экспериментальных производственных данных часто не приводит к ожидаемому результату. Это связано с тем, что в данных для обучения могут присутствовать противоречивые экспериментальные значения, т.е. одинаковые значения векторов независимых парамеров имеют разные значения векторов зависимых параметров [8]. К противоречивости приводят погрешности измерений и субъективные ошибки (часть данных снимается вручную). Противоречивость будет также наблюдаться, если в модель не включены значимые входные параметры (ошибка выбора параметров модели). Такие строки данных следует исключать из обучающей выборки, так как они влияют на скорость обучения, величину ошибок обучения и обобщения и могут привести, в конечном счете, к неработоспособности построенной нейронной модели. Пример подобных данных приведен в таблице.

Данные таблицы представляют собой фрагмент экспериментального массива данных, используемого для обучения нейронной сети, которая предназначена для моделирования зависимости показателей качества готовой продукции (механических свойств автолистового проката – выходные параметры модели) от управляемых технологических характеристик производства (параметров горячей, холодной прокатки и непрерывного отжига – входные параметры модели). Из 19 входных параметров только в 2-х случаях отклонение между значениями превышает 1%, при этом у 4-х выходных параметров из 5 отклонение выше 1%, т.е. входные значения отличаются незначительно, а значения выходных параметров отличаются существенно.

Повышение качества обучения нейронной сети в этом случае возможно только при использовании эффективных методов предобработки данных. Для обработки данных перед обучением нейронной сети предлагается использовать метод, основанный на понятии профиля компактности и комбинаторных формулах для эффективного вычисления функционала скользящего контроля. Метод изначально применялся для подготовки данных в задачах классификации [2]. Чтобы свести свою задачу предобработки данных в моделировании к задаче предобработки данных при классификации данных (которая имеет решение, использующее профиль компактности), предлагается провести кластерный анализ на выходных параметрах нейронной сети. Таким образом, будем иметь задачу классификации, для которой известно решение предобработки данных.

Пример противоречивых данных

Тип параметра	Название параметра	Значение 1-й строки данных	Значение 2-й строки данных	Относительное отклонение значений, %
Входные параметры	Химсостав. C	0,087	0,087	0
	Химсостав. Mn	0,44	0,44	0
	Химсостав. P	0,01	0,01	0
	Химсостав. S	0,013	0,013	0
	Химсостав. Ni	0,02	0,02	0
	Химсостав. Al	0,034	0,034	0
	Химсостав. N2	0,003	0,003	0
	Стан 2000. Температура проката после клети 5	1000	1002	0,2
	Стан 2000. Температура конца прокатки	829	830	0,12
	Стан 2000. Температура смотки	656	656	0
	Стан 2000. Степень обжатия на клети 12	0,149	0,142	4,93
	Стан 2000. Скорость прокатки клети 12	634	616	2,92
	Стан 2030. Скорость прокатки клети 5	14,68	14,59	0,71
	Стан 2030. Степень обжатия	0,8	0,8	0
	АНО. Температура нагрева	678,1	678,1	0
	АНО. Температура выдержки	679,3	679,8	0,07
	АНО. Температура охлаждения	299,3	299,7	0,13
	АНО. Температура предвар. охлажд.	348,8	348,5	0,09
	АНО. Температура повторного нагрева	385	384,6	0,1
Выходные параметры	Предел прочности	365	360	1,39
	Относительное удлинение	36	34	5,88
	Глубина сферической лунки по эриксену	57	55	3,64
	Твердость по роквеллу	9,2	9,3	1,08
	Предел текучести	290	290	0

По методу происходит разделение обучающих объектов на 3 категории: шумовые выбросы, неинформативные (периферийные) объекты и опорные объекты. Исключение шумовых и периферийных объектов из обучающей выборки повышает обобщающую способность метода обучения.

Данный метод, начиная с полной выборки, последовательно исключает объекты. На каждом шаге выбирается тот объект, исключение которого минимизирует функционал. Оказывается, что процесс отсева объектов разбивается на две стадии. Сначала исключаются шумовые выбросы, затем исключаются неинформативные периферийные объекты. Процесс останавливается, когда остаются объекты, исключение которых заметно увеличивает функционал, тогда в массиве данных остаются столпы, или опорные объекты.

Основным результатом применения комбинаторной формулы для оценки функционала полного скользящего контроля является то, что она одинаково хорошо подходит как для исключения шумовых объектов, так и для сокращения множества прецедентов, являясь при этом эффективно вычислимым, точным значением функционала [3].

Метод опирается на предположение, которое называется гипотезой компактности: схожие объекты гораздо чаще лежат в одном классе, чем в разных. В этом случае граница между классами имеет достаточно простую форму, а классы образуют компактно локализованные области в пространстве объектов (в математическом анализе компактными называются ограниченные замкнутые множества, гипотеза компактности не имеет ничего общего с этим понятием).

Как правило, объекты обучения не являются равноценными. Среди них могут находиться типичные представители классов – эталоны. Если классифицируемый объект близок к эталону, то, скорее всего, он принадлежит тому же классу. Еще одна категория объектов – неинформативные, или периферийные. Они плотно окружены другими объектами того же класса. Если их удалить из выборки, это практически не отразится на качестве обучения. Наконец, в выборку может попасть некоторое количество шумовых выбросов – объектов, находящихся в чужом классе. Обычно их удаление только улучшает качество классификации.

Исключение из выборки шумовых и неинформативных объектов дает несколько преимуществ одновременно: повышается качество классификации, сокращается объем хранимых данных и уменьшается время

классификации, затрачиваемое на поиск ближайших эталонов [2].

Перейдем к рассмотрению минимизируемого функционала выборки. Пусть имеется множество объектов X и множество имен классов Y. Задана обучающая выборка пар «объект-ответ»

$$X^m = \{(x_1, y_1),...,(x_m, y_m)\} \in X \times Y.$$

Пусть на множестве объектов задана функция расстояния $\rho(x, x')$. Эта функция должна быть достаточно адекватной моделью сходства объектов. Чем меньше значение этой функции, тем более схожи объекты x, x'.

Для произвольного объекта u расположим объекты обучающей выборки x_i в порядке возрастания расстояний до u:

$$\rho(u, x_{1u}) \le \rho(u, x_{2u}) \le ... \le \rho(u, x_{mu}), \quad (1)$$

где через x_{iu} обозначается элемент обучающей выборки, который является i-м соседом объекта u. Аналогичное обозначение введем и для ответа на i-м соседе – y_{iu}. Каждый объект $u \in X$ порождает свою перенумерацию выборки.

Рассматривается метод ближайшего соседа, который относит классифицируемый объект u к тому классу, которому принадлежит ближайший к u объект обучающей выборки:

$$a(u, X^m) = y_{1u}. \quad (2)$$

Профиль компактности выборки X^m есть функция:

$$R(j, X^m) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}[y_i \ne y_{jx_i}]. \quad (3)$$

Иными словами, профиль компактности $R(j)$ – это доля объектов выборки, для которых j-й сосед лежит в другом классе.

Профиль компактности является формальным выражением гипотезы компактности – предположения о том, что схожие объекты гораздо чаще лежат в одном классе, чем в разных.

Выборка X^L разбивается всевозможными $N = C_L^k$ способами на две непересекающиеся подвыборки:

$$X^L = X_n^m \cup X_n^k,$$

где X_n^m – обучающая подвыборка длины m, X_n^k – контрольная подвыборка длины $k = L - m$, $n = 1, ..., N$ – номер разбиения.

Для каждого разбиения n строится алгоритм $a_n(u, X)_n^m$. Функционал полного скользящего контроля (complete cross-validation, *CCV*) определяется как средняя (по всем разбиениям) ошибка на контроле:

$$CCV(X^L) = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}\frac{1}{k}\sum_{x_i \in X_n^k}[a_n(x_i, X_n^m) \ne y_i]. \quad (4)$$

Функционал полного скользящего контроля характеризует обобщающую способность метода ближайшего соседа.

Справедлива формула для эффективного вычисления *CCV* через профиль компактности:

$$CCV(X^L) = \sum_{j=1}^{k} R(j, X^L)\,\Gamma(j), \quad (5)$$

где $\Gamma(j) = \frac{C_{L-1-j}^{m-1}}{C_{L-1}^{m}}$.

Комбинаторный множитель $\Gamma(j)$ быстро убывает с ростом j. Для минимизации функционала *CCV* достаточно, чтобы при малых j профиль $R(j, X^L)$ принимал значения, близкие к нулю. Это означает, что близкие объекты должны лежать преимущественно в одном классе. Таким образом, профиль действительно является формальным выражением гипотезы компактности [2, 3].

Предлагается использовать кластерный анализ для разделения значений выходов сети на группы, чтобы свести задачу предобработки данных при моделировании с помощью нейронной сети к задаче предобработки данных при классификации, в которой используется теория профиля компактности.

В качестве характеристики близости выходных значений нейронной сети взято евклидово расстояние между точками $\|y_i - y_j\|$. Для произвольного вектора v с числом элементов n евклидова норма находится следующим образом [4]:

$$\|v\| = \sqrt{\sum_{l=1}^{m}|v_l|^2}. \quad (6)$$

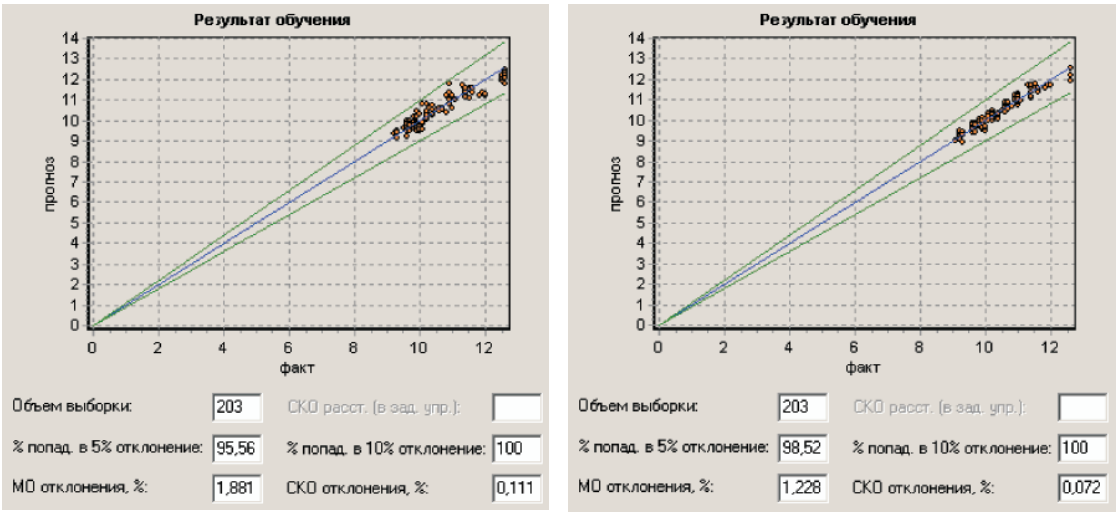
Евклидово расстояние является самой популярной метрикой в кластерном анализе: оно отвечает интуитивным представлениям о близости и, кроме того, очень удачно вписывается своей квадратичной формой в традиционно статистические конструкции. Геометрически оно лучше всего объединяет объекты в шарообразных скоплениях, которые весьма типичны для слабо коррелированных совокупностей [7].

На первом шаге кластерного анализа каждый объект считается отдельным кластером. На следующем шаге объединяются два ближайших объекта, которые образуют новый класс, определяются расстояния от этого класса до всех остальных объектов, и размерность матрицы расстояний сокра-

щается на единицу. Процедура повторяется на текущей матрице расстояний, пока не будет достигнуто некоторое число кластеров [1]. Здесь в работе число кластеров берется равным $\sqrt{n}$, где n – число объектов.

Рассмотрим эффективность методики на примере. Возьмем массив данных и удалим из него некомплектные данные – строки, в которых по какому-либо параметру отсутствуют значения. Затем удалим противоречивые и неинформативные объекты, используя данный метод, и проведем обучение. Сравним результаты этого обучения с обучением по данным того же объема без предобработки (рисунок). Необходимо отметить, что анализ данных выполнялся по отнормированным значениям массива данных, используемом для обучения нейронной сети.

С предобработкой данных сеть обучается лучше: математическое ожидание отклонения, СКО отклонения уменьшаются, вследствие этого увеличивается процент попадания в 5% область отклонения (95,56 и 98,52%). Показатель по 10% области одинаковый – 100%.



а б

Результат обучения нейронной сети:
а – без предобработки данных; б – с предобработкой данных

Таким образом, предлагаемый метод предобработки данных дает более качественное обучение нейронной сети. Предобработка заключается в удалении из массива противоречивых примеров. Поиск таких примеров основан на теории профиля компактности, которая применяется также для предобработки данных, но в задаче классификации. Чтобы использовать известное решение (теорию профиля компактности) в задаче моделирования, необходимо с помощью кластерного анализа выделить группы над значениями выходных параметров нейронной сети.

Список литературы

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: справ. изд. / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.

2. Воронцов К.В. Комбинаторные оценки качества обучения по прецедентам // Докл. РАН. – 2004. – Т. 394, №2. – С. 175–178.

3. Воронцов К.В. Комбинаторный подход к оценке качества обучаемых алгоритмов // Математические вопросы кибернетики. – 2004. – №13. – С. 5–36.

4. Данилина Н.И. Численные методы / Н.И. Данилина, Н.С. Дубровская, О.П. Кваша. – М.: Высшая школа, 1976. – 368 с.

5. Качановский Ю.П. Выбор архитектуры нейронной сети для моделирования и управления технологическими процессами металлургического производства / Ю.П. Качановский, Е.А. Коротков // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сборник статей X Международной научно-технической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009. – С. 116–119.

6. Коротков Е.А. Анализ возможности применения нейросетевого моделирования в задачах управления качеством металлургического производства // Управление большими системами: сборник трудов V Всероссийской школы-семинара молодых ученых. – Т. 1. – Липецк: ЛГТУ, 2008. – С. 313–320.

7. Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

8. Царегородцев В.Г. Оптимизация предобработки данных: константа Липшица обучающей выборки и свойства обученных нейронных сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2003. – №7. – С. 3–8.

Рецензенты:

Кудинов Ю.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой информатики ГОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет» Министерства образования и науки РФ, г. Липецк;

Блюмин С.Л., д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры прикладной математики ГОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет» Министерства образования и науки РФ, г. Липецк.

Работа поступила в редакцию 03.08.2011.

УДК 537.311.33

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

[1]Колесников В.А., [1]Байсагов Я.Ж., [2]Юров В.М.

[1]Институт прикладной математики, Караганда;

[2]Карагандиский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, e-mail: exciton@list.ru

В настоящей работе представлен недорогой информационно-измерительный прибор для определения коэффициентов трения покоя и скольжения покрытий. Прибор изготовлен на базе современных быстродействующих высокоточных специализированных средств измерения. Он предназначен для автоматизации и контроля при трибометрических исследованиях. В приборе применен типовой импульсный блок питания. Значение силы трения скольжения или покоя измеряется непосредственно датчиком усилия. Датчик представляет собой сбалансированный в отсутствии усилия тензомост. Результаты измерения отображаются на мониторе компьютера в виде графиков. Измеряются усредненное значение силы трения скольжения, среднеквадратическое отклонение, коэффициент трения, сила трения покоя.

Ключевые слова: информационно-измерительный прибор, трение

THE INFORMATION-MEASURING DEVICE FOR DEFINITION OF FACTOR OF A SLIDING FRICTION

[1]Kolesnikov V.A., [1]Bajsagov J.Z., [2]Jurov V.M.

[1]Institute of applied mathematics, Karaganda;

[2]Karaganda state university of a name E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: exciton@list.ru

In the present work the inexpensive information-measuring device for definition of factors of a friction of rest and sliding of coverings is presented. The device is made of modern high-speed high-precision specialised gauges. It is intended for automation and the control at tribometry researches. In the device the typical pulse power unit is applied. The size of force of a sliding friction or rest is measured directly by the effort gauge. The gauge represents balanced in absence of effort the tensobridge. Results of measurement are displayed on the monitor of the computer in the form of schedules. Average value of force of a sliding friction, an average quadratic deviation, friction factor, force of a friction of rest are measured.

Keywords: the information-measuring device, a friction

Интенсивное развитие приборостроения в космонавтике, ракетной технике и в ряде других областей выдвигают задачу обеспечения надёжной работы подвижных узлов исполнительных механизмов приборов в экстремальных условиях (вакуум, высокая температура, интенсивное излучение, высокие контактные нагрузки и т.д.).

Проблема повышения надёжности исполнительных механизмов приборов в таких условиях тесно связана с вопросами триботехники, с исследованиями контактного взаимодействия взаимно перемещающихся твёрдых тел, в результате которого в зоне контакта возникают силы трения. Современная трибология располагает рядом фундаментальных теоретических и экспериментальных закономерностей, которые, безусловно, могут позволить в ближайшие годы успешно решать задачи в области сухого трения [1]. На сегодняшний день особое внимание уделяется таким разделам и направлениям трибологии и триботехники, как:

– разработка научных основ и практических рекомендаций, необходимых для создания износостойких антифрикционных материалов, новых технологий упрочнения и нанесения покрытий;

– создание и оптимальное использование универсальных и целевых установок машин трения при исследованиях по трибологии и в практических задачах триботехники для оценки и выбора оптимальных материалов в конкретных служебных условиях.

В последние годы ведущими производителями научно-исследовательского оборудования были разработаны высокоточные приборы, предназначенные для количественного измерения и комплексной интерпретации физико-механических и триботехнических свойств наноструктурированных поверхностей объемных материалов и покрытий на микро- и наноуровне. Эти методы широко используются за рубежом, что усиливает конкурентные преимущества иностранных разработчиков при изготовлении наноматериалов, в том числе тонкопленочных.

Ключевым вопросом коммерциализации функциональных наноструктурированных покрытий и поверхностей изделий наноиндустрии является создание нормативно-методического и стандартизационного обеспечения единства измерений физико-механических и трибологических свойств [2].

Для лабораторных трибологических исследований специализированных образцов с нанесенным нанопокрытием нами разработан информационно-измерительный программно-аппаратный комплекс. Блок схема прибора изображена на рис. 1.

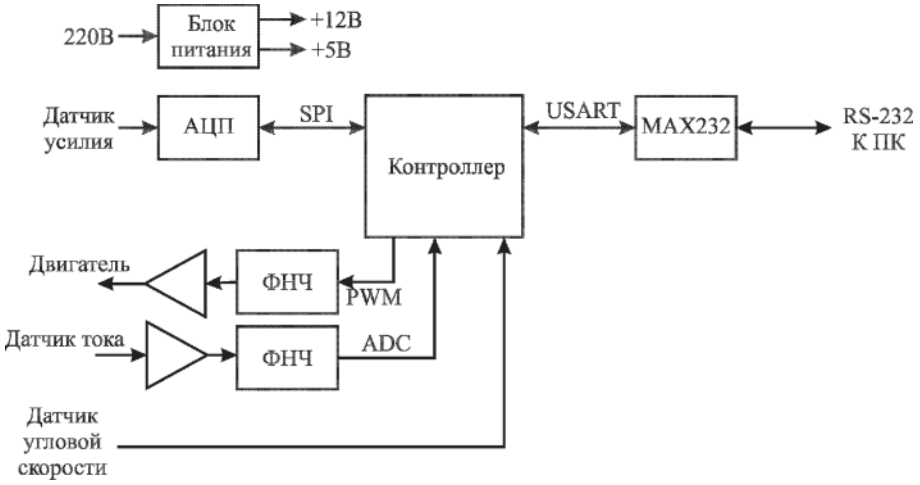


Рис. 1. Блок-схема комплекса

Комплекс питается от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Блок питания преобразует напряжение сети в постоянные стабилизированные напряжения +12 и +5 В, необходимые для работы электродвигателя и остальных элементов. В комплексе применен типовой импульсный блок питания.

Схема электрическая принципиальная информационно-измерительного комплекса представлена на рис. 2. Значение силы трения скольжения или покоя измеряется непосредственно датчиком усилия, который представляет собой сбалансированный в отсутствии усилия тензомост. Внешнее усилие, действующее на датчик, разбалансирует тензомост, в результате чего в одной из диагоналей моста возникает напряжение, пропорциональное приложенному усилию. В другую диагональ моста непрерывно подается постоянное напряжение. Для измерения выходного напряжения датчика усилия в приборе применен 24-х разрядный дельта-сигма АЦП фирмы Analog Devices типа AD7714 (DD1). АЦП снабжен дифференциальным входом, что позволяет подавить синфазную помеху, и входом опорного напряжения. Подача части напряжения питания датчика на вход опорного напряжения АЦП (делитель R3, R4) устраняет погрешности измерения, вызванные нестабильностью напряжения питания датчика усилия. Управление и обмен данными между АЦП и контроллером ведется через интерфейс SPI. Двигатель создает тестовое усилие в режиме измерения силы трения покоя и обеспечивает движение образца в режиме измерения силы трения скольжения.

Управляющий сигнал для двигателя с контроллера идет в виде ШИМ сигнала. Этот сигнал пропускается через активный RC фильтр низкой частоты второго порядка (топология Саллена-Кея), который подавляет несущую ШИМ, оставляя только постоянную составляющую сигнала. Частотозадающие элементы фильтра R5, R8, C10, C12, активный элемент – операционный усилитель DA1.1. Сигнал после фильтра усиливается усилителем постоянного тока на элементах DA1.2, VT1, VT2. С выхода усилителя сигнал подается на двигатель.

Ток, проходящий через двигатель, проходит также и через резистор R13, создавая на нем падение напряжения. Напряжение с резистора R13 усиливается усилителем постоянного тока на операционном усилителе DA2.1. Усиленный сигнал фильтруется фильтром низкой частоты на DA2.2, R9, R10, C14, C15. После фильтра сигнал подается на встроенный в контроллер АЦП. Датчик тока двигателя позволяет контролировать исправность электрической цепи двигателя и его обмоток, а также распознать заклинивание редуктора или образца.

Датчик угловой скорости необходим для определения угловой скорости двигателя и линейной скорости образца, а также для стабилизации последней.

Датчик угловой скорости двигателя представляет собой диск с прорезями, закрепленный на оси двигателя, и щелевой оптрон. На выходе оптрона присутствует импульсный сигнал, частота которого пропорциональна угловой скорости вращения двигателя. Для передачи данных между прибором и ПК используется интерфейс RS-232. Для согласования уровней сигнала

интерфейса RS-232 и логическими уровнями контроллера применена микросхема фирмы Maxim типа MAX232(DD3). В качестве контроллера в приборе применен микроконтроллер фирмы Atmel типа ATMega128-16AU (DD2). Контроллер содержит процессор, оперативную память, FLASH память для хранения программы и EEPROM память для хранения настроек прибора. После включения контроллер производит самотест, тест периферии, АЦП, датчика усилия, тест электрических цепей двигателя, тест фотодатчика. Отчет о результатах тестирования сохраняется в энергонезависимую память контроллера. После прохождения тестирования запускается основная программа. По команде с ПК, начинается измерение силы трения. На первом этапе производится измерение силы трения покоя, для этого через двигатель пропускается линейно возрастающий ток. При этом непрерывно производится измерение силы трения.

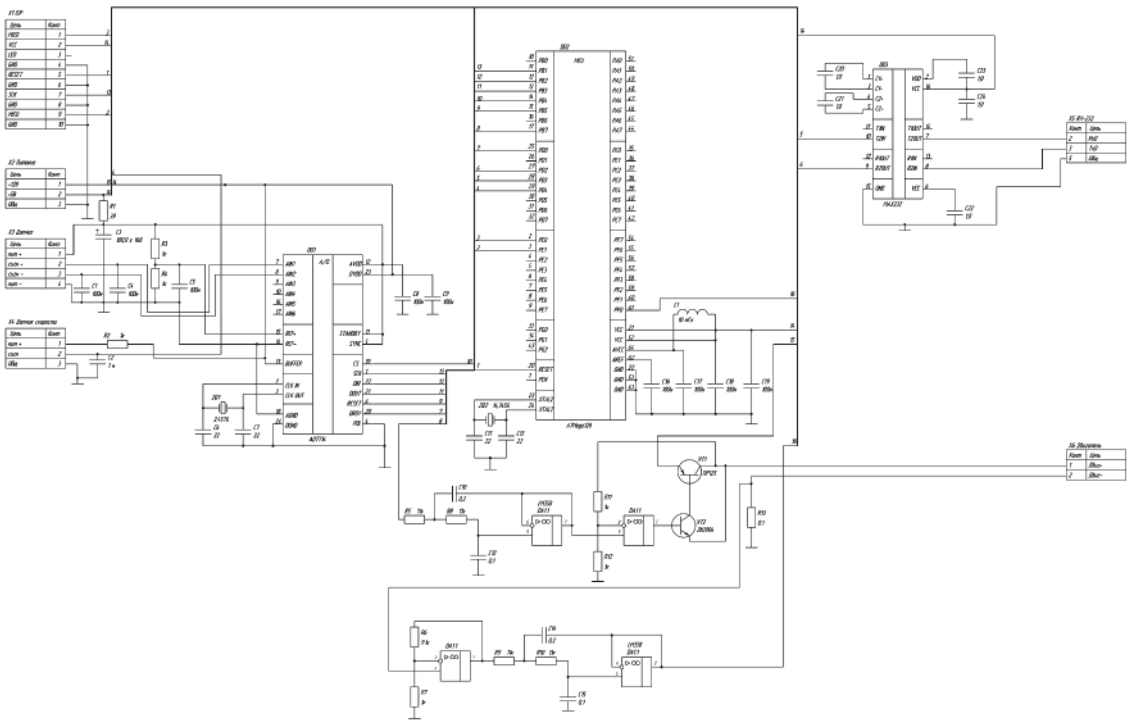


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная информационно-измерительного комплекса

Когда датчик угловой скорости обнаруживает начало движения образца, начинается второй этап, на котором производится измерение силы трения скольжения. Для этого ток через двигатель увеличивается до тех пор, пока не будет достигнута заданная скорость вращения. После этого запускается алгоритм фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), в процессе которого происходит синхронизация фазы сигнала фотодатчика и внутреннего образцового генератора, в результате чего частоты этих сигналов становятся точно равными. Это обеспечивает строго равномерное движения образца и исключает погрешности измерения, связанные с ускорением или наличием вязкого трения. Результаты измерения выводятся на ПК в виде графиков. Выводится усредненное значение силы трения скольжения, среднеквадратическое отклонение, коэффициент трения, сила трения покоя.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований МОН РК. Грант 1034 ФИ.

Список литературы

1. Цимбал И.Р. Обеспечение эксплуатационных свойств пар трения приборов, работающих в экстремальных условиях: автореф. дис. ... канд. тех. наук. – СПб., 2009. – 20 с.

2. Фролов К.В. Современная трибология: Итоги и перспективы. – М.: Наука, 2008. – 480 с.

Рецензенты:

Фешин Б.Н., д.т.н., профессор, декан электромеханического факультета Карагандинского государственного технического университета, Караганда;

Брейдо И.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой автоматизации производственных процессов Карагандинского государственного технического университета, Караганда.

Работа поступила в редакцию 14.06.2011.

УДК 504.61

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АККУМУЛЯЦИИ И ТРАНСФОРМАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВОГРУНТЕ ПРИДОРОЖНЫХ ЗОН

Коровина Е.В., Иванова Л.А., Лебедева Ю.А., Фролова О.В.
ГОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, e-mail: korovina.e.v@yandex.ru

Вклад автотранспорта в эмиссию загрязняющих веществ на территории городов России увеличивается с каждым годом. Это приводит к увеличению загрязнения воздушной среды, изменению физико-химических свойств почвогрунтов, их переуплотнению, загрязнению поллютантами, в частности тяжелыми металлами, что вызывает повышение их фитотоксичности. В ходе исследования проведена оценка химического состава и изучены сезонные изменения концентрации тяжелых металлов верхнего слоя почвогрунта придорожных зон, а также распространение тяжелых металлов в зависимости от различных вариантов городской застройки.

Ключевые слова: тяжелые металлы, аккумуляция, распространение, почвогрунт, придорожные зоны

THE BASIC LAWS OF ACCUMULATION AND TRANSFORMATION OF HEAVY METALS IN SOILS WAYSIDE AREA

Korovina E.V., Ivanova L.A., Lebedeva Y.A., Frolova, O.V.
Ulyanovsk state university, Ulyanovsk, e-mail: korovina.e.v@yandex.ru

The contribution of automobile transport in the emission of polluting substances on the territory of cities of Russia increases every year. This leads to an increase in air pollution, change of physico-chemical properties of soil, their compaction, contamination of pollutants, in particular heavy metals, which causes an increase in their and phytotoxicity are given. There are an assessment of the chemical composition and investigated the seasonal changes in concentrations of heavy metals, the top layer of soils of roadside areas in this article. As well as the spread of heavy metals depending on the different options of urban development.

Keywords: heavy metals, accumulation, distribution, soil, roadside areas

С середины 90-х годов XX века основным источником загрязнения окружающей среды г. Ульяновска стал автомобильный транспорт [2]. Его вклад в эмиссию загрязняющих веществ на территории города увеличивается с каждым годом. Особенно ярко это проявляется в настоящее время на фоне снижения уровня производства. Основная масса загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах автотранспорта, оседает в непосредственной близости от дорожного полотна. На распространение остальной части загрязнения оказывают свое влияние рельеф местности, направление ветра, тип почвогрунта, растительный покров, наличие лесозащитных полос.

Материалы и методы исследования

Исследования интенсивности движения автотранспортных потоков на территории г. Ульяновска проводили в разные сезоны года, в рабочие и выходные дни 3 раза в день [4]. Всего было обследовано 2342 улицы города, которые были разделены на 6324 перегона (перегон – расстояние между центрами соседних перекрестков).

Оценку химического состава верхнего слоя почвогрунтов, прилегающих к дорожному полотну, осуществляли определением содержания валовых и подвижных форм ТМ, сопоставлением значений подвижной формы со значениями ПДК, т.к. именно она наиболее доступна для поглощения растительным покровом, оказывает существенное влияние на развитие зеленых насаждений.

Для оценки геохимического состава верхнего слоя почвогрунтов придорожной зоны образцы отбирали согласно ГОСТ 17.4.4.02–84. Места отбора проб определяли согласно Методическим указаниям 2.1.7.730–99. Пробные площадки закладывали в придорожной полосе наиболее типичных транспортных перегонов с учетом рельефа, метеорологических, гидрологических условий местности. Данные площадки располагали в местах подсчета интенсивности движения автотранспорта, приблизительно в середине изучаемого перегона. Отбор образцов почвогрунта производили в мае, июле, октябре в придорожных зонах тех же перегонов, на которых исследовали интенсивности движения автотранспортных средств. Отбор проб производился с обеих сторон от дороги на расстоянии 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 м от дорожного полотна. На каждом из расстояний определяли 3 точки отбора проб, находящиеся на расстоянии 3–4 м между собой. Одна смешанная проба составлялась из 5 точечных, отобранных с глубины 0–15 см общим весом 400 гр. Образцы почвогрунта отбиралась буром Малькова. Всего было отобрано 974 образца верхнего слоя почвогрунта. В качестве контроля использовались образцы почвы, отобранные на территории Винновской рощи.

Значение pH определяли с помощью иономера ЭВ-74, количество углерода в почвогрунте устанавливали объемным хромовым методом И.В. Тюрина. Определение содержания валовых форм ТМ проводили по стандартным методикам на атомно-адсорбционном спектрофотометре С-115-М1. Подвижную форму ТМ извлекали из почвогрунта аммонийно-ацетатным буферным раствором с pH 4,8, ее количественное определение осуществляли атомно-адсорбционной спектроскопией.

Результаты исследования и их обсуждение

Интенсивность движения автотранспорта по дорогам города весьма разнообразна. В зависимости от измеренной средней интенсивности движения автотранспортных средств все перегоны на территории г. Ульяновска можно разделить на 5 категорий (табл. 1).

Таблица 1

Классификация транспортных перегонов г. Ульяновска

Категория перегона	Название перегона по интенсивности	Кол-во авт./час	Кол-во перегонов
V	Крайне низкая	< 50	2087
IV	Низкая	50-500	1871
III	Умеренная	500-1300	1348
II	Высокая	1300-2500	976
I	Крайне высокая	2500-4000	42

Большая часть транспортных перегонов на территории г. Ульяновска относится к V, IV, III категориям, т.е. к перегонам с крайне низкой, низкой и умеренной интенсивностью движения. На их долю приходится около 84% всего количества транспортных перегонов. Данные перегоны, как правило, расположены внутри районов и в составе транспортных потоков, проходящих по ним, отсутствуют транзитные транспортные средства. Лишь 16% составляют перегоны с высокой и крайне высокой интенсивностью движения, которые и представляют наибольшую экологическую опасность для окружающей среды. Данные перегоны относятся к дорогам республиканского и областного значения, кроме этого, улицы, состоящие из перегонов I, II категории, расположены в промышленно-административных кварталах и центре города.

Для г. Ульяновска характерно варьирование интенсивности автотранспортных средств от 3 до 3943 авт./ч в зависимости от расположения и назначения перегонов, составляющих автомагистрали города. На значительной части перегонов была отмечена интенсивность движения до 1294 авт./ч и лишь для 1/6 части всех транспортных перегонов была отмечена высокая и крайне высокая интенсивность движения с варьированием значений от 1311 до 3943 авт./ч.

Значительные эмиссии ТМ, поступающие от автотранспорта (Pb, Cu, Ni (выхлопные газы); Cu, Ni, Zn (частицы истирающихся деталей машин); Zn, Cd (пластмассы и краска); Zn (автопокрышки)) в почвогрунт, приводят к их аккумуляции в придорожной зоне, трансформации и дальнейшей миграции по пищевым цепям.

Для всех категорий перегонов установлено значительное превышение фоновых значений и ПДК подвижной формы по всем изучаемым ТМ (табл. 2). Наибольшее превышение ПДК зафиксировано для Cu и оно составило 5,09–19,11 раза. Концентрация Ni, Zn и Pb превышает допустимую норму в 1,17–8,79 раза. Превышение ПДК Cd на перегонах с высокой и крайне высокой интенсивностью движения составляет 1,38–2,46 раза. На перегонах с интенсивностью движения автотранспортных средств менее 1300 авт./ч превышение ПДК подвижной формы для Cd зафиксировано не было.

Таблица 2

Содержание подвижной формы ТМ в верхнем слое почвогрунта придорожных зон (мг/кг)

Категории перегонов		I	II	III	IV	V	Сф.	ПДК п.ф.
Cu	В	239 ± 4	181 ± 3	166 ± 3	97 ± 2	77 ± 2	15–20	3
	П	57 ± 1	41 ± 1	35 ± 1	20 ± 2	15 ± 1		
	Кс	11,97	9,06	8,33	4,86	3,89		
Zn	В	519 ± 5	391 ± 4	349 ± 5	289 ± 4	276 ± 4	18–30	23
	П	136 ± 3	95 ± 2	79 ± 3	62 ± 3	61 ± 3		
	Кс	17,34	13,02	11,66	9,46	9,12		
Ni	В	135 ± 5	105 ± 5	82 ± 3	54 ± 4	23 ± 1	12–20	4
	П	35 ± 1	26 ± 1	20 ± 2	12 ± 1	5 ± 1		
	Кс	6,75	5,25	4,13	2,71	1,17		
Cd	В	4 ± 0,6	3 ± 0,4	2,5 ± 0,6	2 ± 0,4	1 ± 0,3	3–5	0,5
	П	1,3 ± 0,3	0,8 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,1		
	Кс	1,56	0,9	0,89	0,88	0,35		
Pb	В	65 ± 2	61 ± 1	52 ± 1	36 ± 1	27 ± 1	10–15	6
	П	20 ± 1	17 ± 1	14 ± 1	9 ± 1	6 ± 1		
	Кс	5,42	5,05	4,35	2,96	2,25		
Zc		39,04	29,28	25,36	16,87	12,78		

Примечания:

В – валовая форма ТМ; П – подвижная форма ТМ; $К_с$ – коэффициент концентрации ТМ; Z_c – суммарный показатель концентрации ТМ, Сф. – фоновое содержание ТМ.

В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287–03 по всем изучаемым ТМ загрязнение почвогрунта придорожных зон относится к умеренному уровню загрязнения. Исключение составил лишь перегон Димитровградского шоссе при въезде на мост через р. Волгу. По обе стороны от этого перегона расположены автозаправки, вдоль дорожного полотна находятся отстойники для грузового транспорта, который не допускается на территорию центральной части города в дневное время из-за высокой загруженности автотрасс и высокого уровня загрязнения воздушной среды города. Для этого транспортного перегона характерно одно из самых высоких значений интенсивности движения автотранспортных средств, которое в «часы-пик» достигает 3943 авт./ч. Из-за низкой пропускной способности моста через р. Волгу на данном участке постоянно образуются заторы. Все эти факторы способствуют увеличению техногенной нагрузки на данном перегоне и приводят к дополнительному загрязнению этого участка Димитровградского шоссе. Этот перегон по загрязнению Cd относится к среднему уровню загрязнения.

В соответствии с ориентировочной шкалой опасности загрязнения почв [3] перегоны с интенсивностью движения более 1500 авт./ч относятся к опасным ($32 < Z_c < 128$), к умеренно опасным можно отнести перегоны с интенсивностью более 180 авт./ч, перегоны же с крайне низкой интенсивностью движения характеризуются допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$). Достоверно установлено, что концентрация ТМ в почвогрунте придорожных зон зависит от категории перегона, т.е. от интенсивности движения автотранспортных средств.

Проведение однофакторного дисперсионного анализа позволило установить, что содержание ТМ в верхнем слое почвогрунта придорожных зон зависит от сезона года. Максимальные значения концентраций для всех ТМ наблюдаются в весенний период, что объясняется повышенной подвижностью ТМ в верхнем слое почвогрунта из-за большего снижения значений pH. В летний сезон содержание ТМ уменьшается вследствие активного их поглощения растениями и незначительным снижением техногенной нагрузки со стороны автодорожной геотехнической системы. К осени значения концентрации подвижной формы ТМ вновь возрастают из-за вторичного загрязнения верхнего слоя почвогрунта ТМ, содержащимися в лиственном опаде, изменения кислотности, обусловленного осадками в виде дождя и мокрого снега, увеличения интенсивности автотранспортных средств.

Одним из наиболее опасных ТМ является Cd. До принятия решения о запрещении использования Cd в производстве шин, он попадал в почвогрунт придорожных зон при их истирании. В настоящее время Cd не используется при вулканизации шин, но экологическая ситуация по данному металлу в г. Ульяновске остается еще достаточно напряженной.

Несмотря на то, что Ni, Cu и Zn содержатся в выбросах автотранспорта в минимальных количествах и основная их масса поступает в экосистему придорожной полосы в результате истирания шин и износа различных деталей, именно на их долю приходится основной вклад в изменение геохимического состава верхнего слоя почвогрунтов придорожных зон.

Незначительное превышение ПДК Pb связано с запретом с конца 90-х годов на использование этилированных бензинов, что во многом улучшило экологическую ситуацию.

Выявлена положительная корреляция между концентрацией ТМ в почвогрунте придорожных зон и категорией транспортного перегона, т.е. интенсивностью движения автотранспортных средств и массой выброса загрязняющих веществ.

Содержание ТМ в почвогрунте при прочих равных условиях зависит от величины техногенной нагрузки на изучаемую территорию, pH среды, содержания в ней углерода, а этих характеристики, как было доказано ранее, подвержены сезонным изменениям. Поэтому в ходе исследования было высказано предположение, что концентрации ТМ в верхнем слое почвогрунта также подвержены сезонному варьированию. Сравнительный анализ проб почвогрунта в разные сезоны года показал, что содержание ТМ в верхнем слое почвогрунта придорожных зон неодинаков и меняется в течение года (рис. 1).

Была выявлена следующая зависимость в содержании подвижных форм ТМ в почвогрунте придорожных зон. Максимальные значения концентраций для всех ТМ наблюдаются в весенний период, что объясняется повышенной подвижностью ТМ в верхнем слое почвогрунта из-за высокого содержания углерода и снижения значений pH, причиной которого является повышенная влажность в этот период года. В летний сезон содержание ТМ уменьшается вследствие активного их поглощения растениями и незначительным снижением техногенной нагрузки со стороны автодорожной геотехнической системы. К осени значения концентрации подвижной формы ТМ вновь возрастают. Причинами увеличения содер-

жания ТМ являются вторичное загрязнение верхнего слоя почвогрунта ТМ, содержащимися в лиственном опаде; изменение значений pH почвогрунта, обусловленное осадками в виде дождя и мокрого снега, характерными для этого периода; некоторое увеличение содержания углерода в почве. Кроме этого, причиной увеличения содержания ТМ в почвогрунте придорожных зон является увеличение интенсивности автотранспортных потоков на перегонах дорог г. Ульяновска в осенний период.

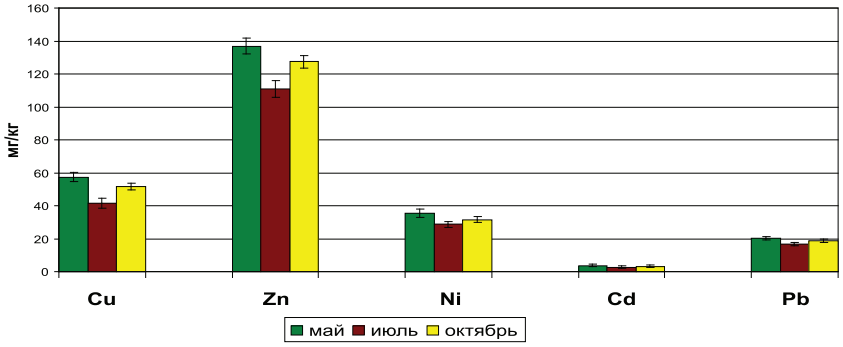


Рис. 1. Динамика содержания ТМ по сезонам

В верхнем слое почвогрунта ТМ не только накапливаются, оказывая негативное влияние на произрастание и дальнейшее развитие растительности, но и мигрируют, загрязняя большие территории. Для объективной оценки загрязнения верхнего слоя почвогрунта необходимо не только определять общее содержание ТМ, но и изучать закономерности распределения ТМ в почвогрунте с удалением от источника загрязнения.

Отбор и анализ проб почвогрунта на различных расстояниях от дороги позволил выявить некоторые закономерности в миграции ТМ. Было установлено, что для городской застройки Ульяновска характерны 3 варианта распространения ТМ с удалением от дорожного полотна (рис. 2).

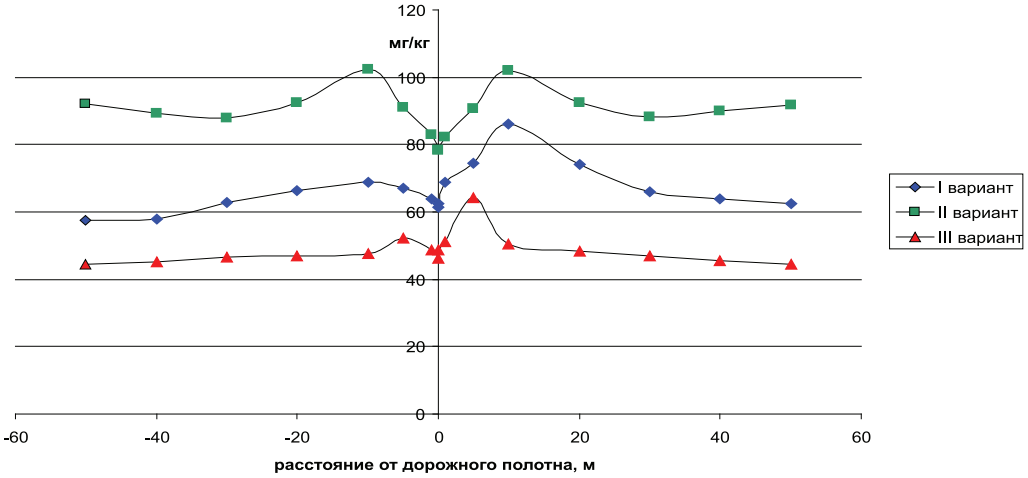


Рис. 2. Варианты распространения ТМ от дороги с учетом городской застройки

Распространение ТМ по I варианту характерно для большей части города. Оно наблюдается в Засвияжском, Железнодорожном районах, на большей части Ленинского района и на Нижней и Верхней террасах Заволжского района. В данном варианте существенную роль в распространении ТМ играют направление и скорость ветра. Большая часть загрязняющих веществ, поступающих от автодорожной геотехнической системы, аккумулируется по преобладающему направлению ветра на расстоянии 5–10 м от края дороги. Ширина дорожного полотна этих транспортных перегонов варьируется от 8 до 15 м, что дает достаточную пропускную способность, и образование заторов на них происходит лишь на отдельных участках в «часы-пик». Зеленые насаждения вдоль них состоят из деревьев возраста 30–50 лет, находящимися на расстоянии 3–4 м друг от друга. Местами зеленые насаждения полностью отсутствуют. Такие условия в комплексе приводят к тому, что часть загрязняющих веществ задержи-

вается зелеными насаждениями на расстоянии 1–5 м от дорожного полотна, а оставшаяся часть свободно распространяется по придорожной зоне. Городская застройка, расположенная в этих районах города на расстоянии 40–80 м от автодорог, является вторым препятствием на пути распространения ТМ по городской территории. На расстоянии 50 м отмечается незначительно увеличение содержания ТМ в почвогрунте.

Для центральной исторической части города характерен II вариант распространения ТМ от источника загрязнения. В отличие от I варианта аккумуляция ТМ в верхнем слое почвогрунта не зависит от направления ветра, концентрация изучаемых ТМ возрастает в 1,2–1,6 раза и на расстоянии 40 м наблюдается повторное значительное увеличение их содержания. Все эти особенности в распространении ТМ связаны со своеобразием городской застройки (находится на расстоянии 1–20 м от дорожного полотна) и практически полным отсутствием вдоль них зеленых насаждений. Кроме этого, ширина дорожного полотна составляет 5–10 м, что при высокой интенсивности движения приводит к возникновению заторов на магистралях в центре города.

В районе Нового города распространение ТМ происходит по III варианту, который существенно отличается от предыдущих. Жилая застройка в этом районе расположена на расстоянии 80–150 м от дороги, ширина дорожного полотна варьируется от 10 до 25 м, что повышает пропускную способность автодорог и препятствует на них образованию заторов. Широкие проспекты и прямоугольная схема улично-дорожной сети способствуют свободному перемещению воздушных масс, которое содействует снижению содержания загрязняющих веществ, поступающих с выбросами автотранспорта. Зеленые насаждения вдоль основных автодорожных магистралей состоят из древесной и кустарниковой растительности, имеющей возраст 10–30 лет, причем растения посажены достаточно плотно друг к другу, образуя защитный барьер. Вследствие чего происходит смещение пика аккумуляции ТМ непосредственно к дорожному полотну, снижается общая загрязненность придорожной полосы.

Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 4 с.

2. О состоянии окружающей природной среды в Ульяновской области в 2002 г.: государственный доклад. – Ульяновск, 2003. – 139 с.

3. ГН 2.1.7.020-94. Гигиенические нормативы. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах. – М., 1995. утв. ГКСЭН РФ № 13 27.12.94.

4. Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях / А.В. Рузский [и др.]. – М.: НИИ «Атмосфера», 1996. – 54 с.

Рецензенты:

Благовещенская Н.В., д.б.н., доцент директор ОГОУ ДОД «Ульяновский областной детский экологический центр», г. Ульяновск;

Васильев Д.А., д.б.н., профессор, зав. кафедрой микробиологии, вирусологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия», г. Ульяновск.

Работа поступила в редакцию 28.06.2011.

УДК 62-229.331:621.924

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА МАГНИТОПРОВОДА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА С ГАЗОМАГНИТНОЙ ОПОРОЙ

Космынин А.В., Щетинин В.С., Хвостиков А.С., Смирнов А.В., Блинков С.С.
ГОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: faks@knastu.ru

Рассмотрена методика расчета выходных характеристик высокоскоростного шпиндельного узла с передней газомагнитной опорой, несущая способность которой обусловлена совместным действием газовых сил и сил электромагнитного поля. Приведена конструкция такого подшипника. С целью проверки достоверности теоретических результатов расчетов приведено их сравнение с экспериментальными данными. Проанализировано влияние длины магнитопровода двухполюсного газомагнитного подшипника на выходные характеристики шпиндельного узла. На основе выполненных исследований изготовлен опытно-промышленный образец высокоскоростного шпиндельного узла, испытания которого показали на высокое качество и точность обрабатываемых поверхностей.

Ключевые слова: шпиндельный узел, газомагнитная опора, несущая способность, жесткость смазочного слоя

THE INFLUENCE OF SIZE MAGNETIC-WIRE ON CHARACTERISTICS OF SPINDLE UNIT WITH GAS-MAGNETIC BEARING

Kosmynin A.V., Shchetinin V.S., Khvostikov A.S., Smirnov A.V., Blinkov S.S.
SEIHPE «Komsomolsk-na-Amure state technical university», Komsomolsk-na-Amure, e-mail: faks@knastu.ru

Methodology of calculation of output descriptions of high speed spindle unit is considered with front gas-magnetic bearing strength of which is condi-tioned by the united action of gas forces and forces of the electromagnetic field. A construction over of such bearing is brought. With the purpose of verification of authenticity of theoretical results of calculations their comparison over is brought with experimental data. Analysed influence of the length magnetic conductor of double-pole gas-magnetic bearing on operational characteristics of spindle unit. On the basis of the executed researches the industrial construction of high-speed spindle unit the tests of which were shown on high quality and exactness of the processed surfaces is made.

Keywords: spindle unit, gas-magnetic bearing, carrier ability, rigidity lubricating layer

Развитие современной промышленности предъявляет повышенные требования к технологическому оборудованию по производительности и точности. Одним из видов такого оборудования являются шлифовальные станки, применяемые на финишных операциях для прецизионной и сверхпрецизионной обработки. Точность и производительность таких станков зависит в основном от точности работы шпиндельного узла (ШУ).

Высокоскоростные ШУ шлифовальных станков должны обеспечивать высокую быстроходность, жесткость на шлифовальном круге и достаточную силу резания для повышения производительности и точности обработки.

Высокая быстроходность ШУ достигается при использовании бесконтактных газовых или магнитных опор. Однако такие подшипники имеют сравнительно невысокую несущую способность [5], что ограничивает силу резания на шлифовальном круге и приводит к снижению производительности, особенно при снятии черновых и получистовых припусков.

Один из способов повышения эксплуатационных характеристик бесконтактных опор ШУ состоит в применении комбинированных подшипников, и, в частном случае, газомагнитных опор. Несущая способность таких подшипников обеспечивается совместным действием сил давления газовой смазки и магнитного поля [4].

Рассмотрим методику расчета выходных характеристик ШУ с передней газомагнитной и задней газостатической опорами. Передняя опора имеет два магнитных полюса. Газ в зазор подшипников подается через пористые вставки, расположенные в газонепроницаемом вкладыше. Типовая схема ШУ с креплением шлифовального круга на консоли шпинделя показана на рис. 1.

Нагрузка на шлифовальном круге находится из двух уравнений статики: суммы проекций сил на ось Y:

$$F = Q_1 - Q_2$$

и уравнения моментов относительно точки O:

$$Q_1 l = Q_2 (a + l) + M,$$

где Q_1 и Q_2 – несущая способность передней и задней опоры соответственно; M – восстанавливающий момент от перекоса передней и задней опоры.

Представленные выражения показывают, что для определения нагрузки на шлифовальном круге необходимо знать несущую способность опор и восстанавливающий момент

от перекоса шпинделя. При этом заметим, что последняя величина, как показали расчеты, на порядок меньше моментов сил Q_1 и Q_2.

Расчет частично пористых газостатических подшипников ШУ достаточно полно изложен в работе [2].

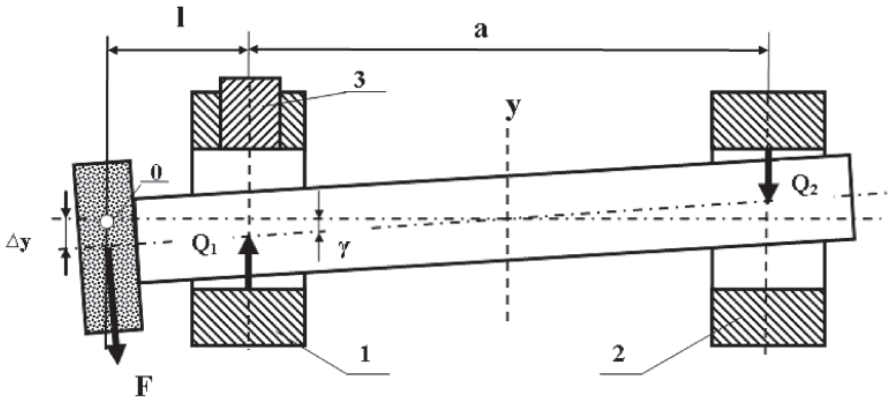


Рис. 1. Схема ШУ с креплением шлифовального круга на консоли шпинделя: 1 – передняя газомагнитная опора; 2 – задняя газостатическая опора; 3 – магнитопровод

Рассмотрим методику расчета эксплуатационных характеристик газомагнитной опоры с двумя магнитными подвесами, изображенной на рис. 2.

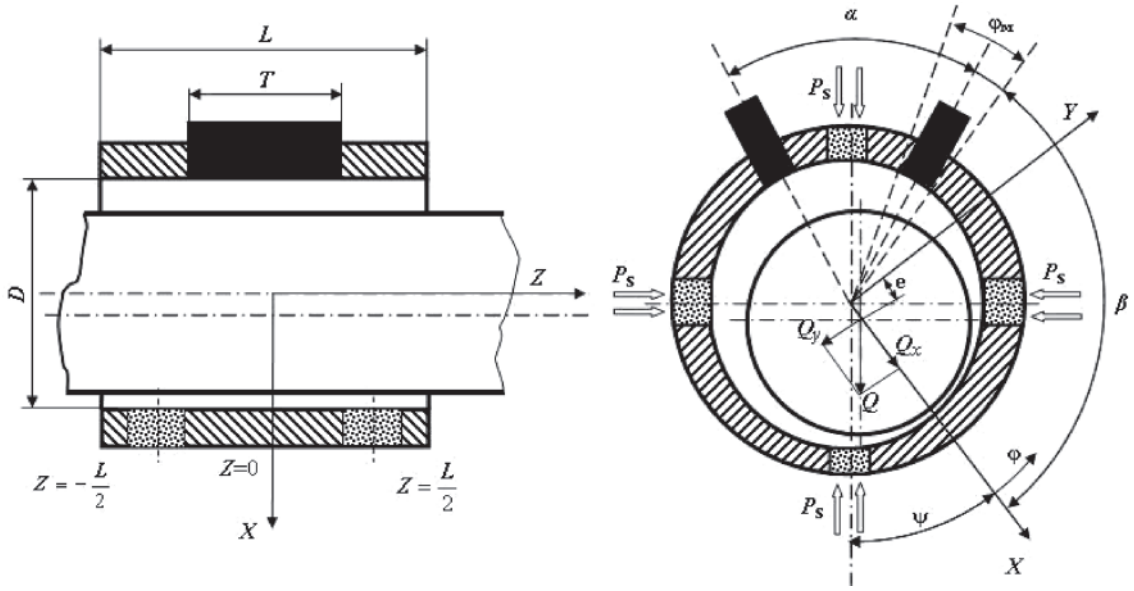


Рис. 2. Схема газостатической опоры с двумя магнитными подвесами

Методика расчета газомагнитной опоры базируется на том, что поле давлений газовой смазки и магнитное поле имеют разную природу и не оказывают заметного влияния друг на друга. Тогда несущую способность такой опоры можно представить как результирующий вектор двух силовых векторов – магнитной силы и силы давления газа.

В скалярной форме выражение для определения несущей способности газомагнитной опоры имеет вид:

$$Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2},$$

где Q_x и Q_y – проекции нагрузки на ось X и Y соответственно. Каждая из этих проекций равна:

$$Q_x = Q_{xг} + F_{xм}, \quad Q_y = Q_{yг} + F_{yм},$$

где $Q_{xг}$ и $Q_{yг}$ – проекции на ось X и Y газовой составляющей несущей способности, $F_{xм}$ и $F_{yм}$ – проекции на ось X и Y магнитной составляющей несущей способности.

Согласно работе [3] проекции на оси координат газовой составляющей нагрузки равны:

$$Q_{xг} = R \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \int_{0}^{2\pi} p \cos\phi \, d\phi \, dz,$$

$$Q_{уг} = R\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}}\int_{0}^{2\pi} p\sin\phi\, d\phi\, dz,$$

где R – радиус вкладыша, L – длина подшипника, p – давление в газовом слое, φ – координата в окружном направлении подшипника, z – координата в осевом направлении подшипника.

Магнитная составляющая несущей способности опоры по абсолютной величине равна тяговому усилию соленоидов. Известно [1], что его элементарная величина находится по формуле:

$$dF_{м} = \frac{B^2}{2\mu_0} dS, \qquad (1)$$

где B – магнитная индукция, S – площадь ферромагнитного тела, μ_0 – магнитная постоянная.

Принимая во внимание хорошо известную зависимость индукции от величины зазора, выражение (1) запишем в виде

$$dF_{м} = K_{э} h^{-2} dS, \qquad (2)$$

где $K_{э} = 0{,}5\mu_0 (in)^2$ – коэффициент, учитывающий электрические параметры соленоида; i – ток в соленоиде; n – число витков соленоида; h – зазор между шпинделем и вкладышем подшипника.

Зависимость (2) является исходной при определении магнитной составляющей несущей способности, развиваемой двумя электромагнитами.

Поскольку величина зазора в сравнении с линейными размерами полюса меньше примерно в 10^{-3}, то примем допущение об однородности магнитного поля. Принимая это во внимание, можно показать, что при угловой раздвижке электромагнитов α проекции магнитной составляющей нагрузки с учётом длины магнитопровода T на оси координат находятся из выражений:

$$F_{хм} = \frac{K_{э} RT}{c^2}\left[\cos(\psi - \frac{\alpha}{2})\int_{\beta}^{\beta+\phi_м}\frac{d\phi}{\overline{h}^2} + \cos(\psi + \frac{\alpha}{2})\int_{\beta+\alpha}^{\beta+\alpha+\phi_м}\frac{d\phi}{\overline{h}^2}\right],$$

$$F_{ум} = \frac{K_{э} RT}{c^2}\left[\sin(\psi - \frac{\alpha}{2})\int_{\beta}^{\beta+\phi_м}\frac{d\phi}{\overline{h}^2} + \sin(\psi + \frac{\alpha}{2})\int_{\beta+\alpha}^{\beta+\alpha+\phi_м}\frac{d\phi}{\overline{h}^2}\right],$$

где ψ – угол положения нагрузки; β – окружная координата начала первого полюса; $\varphi_м$ – полюсный угол; T – длина электромагнита.

Заметим, что зазор $\overline{h}$ между шпинделем и вкладышем подшипника находится из выражения:

$$\overline{h} = \frac{h}{c} = 1 - \varepsilon\cos\phi - \frac{\overline{\gamma}}{\overline{L}}\cdot\overline{z}\cos(\phi - \psi),$$

где $\overline{\gamma} = \frac{\gamma D\overline{L}}{2c}$ – параметр перекоса; $\overline{L} = \frac{L}{D}$ – удлинение подшипника; c – средний радиальный зазор; ε – относительный эксцентриситет; γ – угол перекоса; – диаметр подшипника; – длина подшипника.

Жесткость, измеренная на шлифовальном круге, определяется по формуле:

$$J = \frac{dF}{dy},$$

где y – смещение оси круга.

Изложенная методика послужила основой для исследования влияния длины магнитопровода T – одного из основных элементов конструкции газомагнитной опоры, на выходные характеристики ШУ.

Результаты расчёта нагрузки F и жесткости J на шлифовальном круге в зависимости от частоты вращения шпинделя и длины магнитопровода представлены соответственно на рис. 3 и 4. Расчет выполнен, когда несущая способность передней опоры создается только как за счёт сил давления газа ($T = 0$), так и при совместном действии газового и магнитного поля с относительной магнитной силой $\overline{F}_{М} = 0{,}1$. Экспериментальные данные получены на стенде. Конструкции и принцип работы стенда подробно описаны в работе [3].

Относительная магнитная сила определяется по следующей зависимости:

$$\overline{F}_{м} = F_{м} / D\, L\, \Delta P,$$

где $F_{м} = \sqrt{F_{хм}^2 + F_{ум}^2}$ – абсолютная магнитная сила; ΔP – избыточное давление наддува газа.

Из представленных зависимостей видно, что увеличение длины магнитопровода позволяет увеличить нагрузку на шлифовальном круге. Следует отметить, что при работе опоры в газомагнитном режиме при постоянной магнитной силе ($\overline{F}_{м} = \text{const}$) жесткость шпиндельного узла ниже. Этот недостаток устраняется при использовании следящей системы управления положением шпинделя.

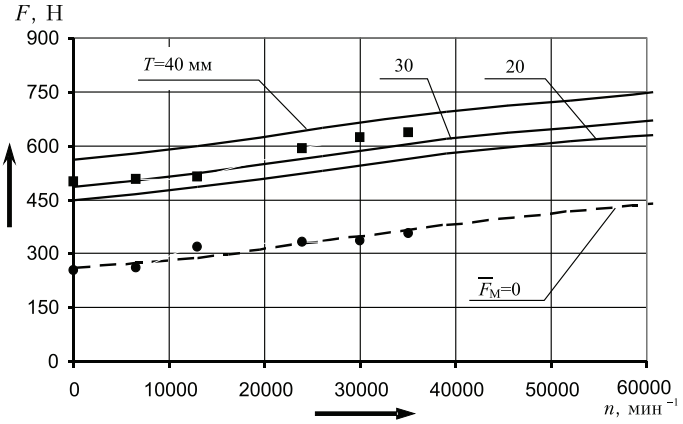


Рис. 3. Зависимость нагрузки F на шлифовальном круге от частоты вращения шпинделя n и длины магнитопровода T; — — режим работы ШУ с выключенным электромагнитом; ——— режим работы ШУ с включенным электромагнитом; ■ – эксперимент при T = 40 мм; ● – эксперимент с выключенным электромагнитом

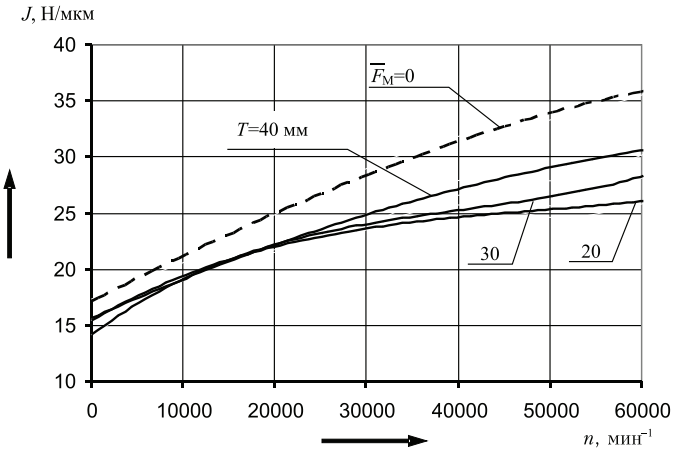


Рис. 4. Зависимость жесткости J на шлифовальном круге от частоты вращения шпинделя n и длины магнитопровода T; режим работы ШУ с выключенным электромагнитом; режим работы ШУ с включенным электромагнитом

В Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете спроектирован и изготовлен опытно-промышленный образец высокоскоростного внутришлифовального шпиндельного узла, имеющего переднюю газомагнитную опору, а заднюю – газостатическую.

В результате испытаний ШУ при обработке образцов изделий диаметрами 25 и 40 мм, выполненными из стали 20×13, получены следующие результаты: некруглость отверстий не более 1,0 мкм, волнистость – до 0,15 мкм, шероховатость поверхности R_a не более 0,12 мкм, что на 10–15 % выше, чем у ШУ, имеющих только газостатические опоры.

Из сказанного следует, что применение в станках ШУ с газомагнитными опорами позволит более эффективно использовать станочное оборудование за счет совмещения получистовых, чистовых и финишных операций за один установ, а также получать более высокое качество обработки.

Список литературы

1. Бессонов П.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1973.– 752 с.

2. Эксплуатационные характеристики газовых опор высокоскоростных шпиндельных узлов / А.В. Космынин, Ю.Г. Кабалдин, В.С. Виноградов, С.П. Чернобай. – М.: Академия Естествознания, 2006.– 219 с.

3. Стенд для исследования выходных характеристик шпиндельного узла на газомагнитных опорах / В.С. Космынин, В.С. Щетинин, Н.А. Иванова, А.В. Хвостиков, С.С. Блинков // СТИН. – 2010. – №5. – С. 8–11.

4. Космынин А.В., Щетинин В.С. Способ работы подшипникового узла и подшипниковый узел: патент России № 2347960.2009. Бюл. №6.

5. Пуш А.В. Шпиндельные узлы: Качество и надёжность. – М.: Машиностроение, 1992. – 228 с.

Рецензенты:

Козин В.М., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Института машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре;

Амосов О.С., д.т.н., профессор, зав. кафедрой информатики ФГОУ ВПО «Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре.

Работа поступила в редакцию 25.02.2011.

УДК 622.013.3; 622.276.6

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ КАРЬЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

КосолаповА.И., Пташник А.И.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: Kosolapov1953@mail.ru., Ptashnik_@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы управления развитием рабочей зоны карьера, выполнен анализ влияния параметров системы разработки и главных параметров карьера на величину возможного приращения производственной мощности карьера. Разработаны алгоритм действий и методика количественной оценки потенциала предприятия по интенсификации производственной мощности карьера. Отражены результаты математического моделирования развития рабочей зоны карьера, направленные на установление функциональной связи между показателями интенсификации производственной мощности и горнотехническими параметрами разработки. Представлены уравнения регрессии по оперативному определению в абсолютном виде показателей интенсификации производства.

Ключевые слова: интенсификация производственной мощности, режим горных работ, этапная разработка месторождений

RESEARCH OF CONDITIONS FOR THE INTENSIFICATION OF CAPACITY OF THE OPEN-CAST MINE BY WORKING OUT OF DIPPING DEPOSITS

Kosolapov A.I., Ptashnik A.I.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: Kosolapov1953@mail.ru., Ptashnik_@mail.ru

In article questions of management are considered by development of a working zone of an open-cast mine, the analysis of influence of parameters of system of working out and the main parameters of an open-cast mine on size of a possible increment of capacity of an open-cast mine is made. The algorithm of actions and a technique of a quantitative estimation of potential of the enterprise for an intensification of capacity of an open-cast mine is developed. Results of mathematical modeling of development of a working zone of the open-cast mine, directed on an establishment of functional communication between indicators of an intensification of capacity and mining parameters of working out are reflected. The regress equations by operative definition in an absolute kind of indicators of an intensification of manufacture are presented.

Keywords: productive capacity intensification, mode of mining operations, stage exploitation of open pit

Проблеме интенсификации производственной мощности карьеров посвящено большое количество исследований. Причем ранее интенсификация производства соответствовала спланированной программе развития предприятия, а механизм её технологического осуществления обосновывался проектными институтами. В настоящее же время интенсификацию производственной мощности карьера не следует рассматривать как глобальный процесс, распространяющийся на долгую перспективу. Кроме того, из-за определённой инерционности, свойственной горному производству, предприятиям необходимо ориентироваться на внутренние ресурсы при интенсификации его производственной мощности.

Если крутопадающее месторождение разрабатывают без выделения этапов, то интенсификацию производственной мощности карьера в оперативном порядке можно проводить за счёт увеличения угла рабочего борта. Когда угол рабочего борта карьера уже соответствует максимуму, то для увеличения производственной мощности необходим ввод дополнительного горнотранспортного оборудования (ГТО). В противном случае интенсификация производства приведёт к формированию вскрышного отставания либо локальной отработке богатых участков месторождения. В свою очередь, как отмечается в работах [1, 2, 3], управление развитием рабочей зоны при этапной разработке является наиболее сложным, ввиду разделения рабочей зоны карьера по глубине и в плане временно нерабочим бортом (ВНБ) на участки по ведению добычных работ и разносу ВНБ. Это предполагает организацию работы в зонах с разной скоростью понижения горных работ, для исключения случаев выбытия производственной мощности за счёт «сползания» ВНБ в добычную зону.

Однако ГТО, занятое на разносе ВНБ может быть использовано для оперативной интенсификации производственной мощности карьера. Авторами работы [1] предложена зависимость по определению максимальной высоты ВНБ, соответствующей текущей глубине карьера. Согласно этой зависимости, основными параметрами управления высотой ВНБ – служат скорость понижения горных работ по его разносу (h_p) и угол его наклона (ψ). Величина последнего

обусловлена технологией расконсервации ВНБ и обеспечивает безопасность ведения горных работ в добычной зоне. Для оценки изменения высоты ВНБ от управляющих параметров во времени нами смоделировано развитие рабочей зоны. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что предельная высота ВНБ более заметно возрастает при увеличении скорости разноса и в меньшей степени зависит от его угла, а максимальная интенсивность приращения объёмов консервации вскрышных пород, отнесённая к текущей глубине карьера, соответствует области значений глубины, характерной переходу от одного этапа к следующему.

Для определения потенциальных возможностей по интенсификации при этапной разработке необходимо определить максимально допустимую высоту ВНБ для текущей глубины карьера и параметров системы разработки. Если высота ВНБ меньше максимально допустимой, то возможно приращение производственной мощности без ввода дополнительных комплексов ГТО, без выбытия в последующем производственной мощности. При этом моментом прекращения наращивания мощности является условие, когда существующая высота ВНБ достигнет своего максимально допустимого значения для текущей глубины карьера. Во всех остальных случаях необходим ввод дополнительных комплексов ГТО.

Ниже рассмотрены возможные случаи интенсификации производственной мощности карьера, причём для первых двух случаев общим условием является исключение выбытия производственной мощности в последующем. Во всех случаях интенсификация производственной мощности связана с внутренними ресурсами предприятия, т.е. за счёт переноса части вскрышного оборудования в добычную зону.

1. Для проектной производственной мощности $A_{пи}$ и требуемой величины ее приращения $\Delta A_{пи}$ необходимо определить продолжительность работы карьера T с заданной производственной мощностью в пределах этапа разработки, количество $N_э$ и срок ввода T' дополнительного ГТО.

2. Для проектной производственной мощности $A_{пи}$, возможного количества дополнительных комплексов $ГТОN_э$ и срока ввода T' необходимо определить величину возможного приращения производственной мощности $\Delta A_{пи}$ и продолжительность работы карьера в пределах этапа разработки T.

3. Для проектной производственной мощности $A_{пи}$ и требуемой величины ее приращения $\Delta A_{пи}$ необходимо определить продолжительность работы карьера T с заданной производственной мощностью в пределах этапа разработки до момента полного её выбытия при условии, что дополнительно не будет вводиться ГТО.

В работе [4] приведена методика расчёта показателей интенсификации по вышеописанным случаям. Однако на сегодняшний день важна именно оперативная оценка потенциала предприятия. Это предопределило необходимость выполнения исследований по установлению функциональных зависимостей, позволяющих осуществить оценку количественных показателей интенсификации производственной мощности. С этой целью выполнено математическое моделирование развития рабочей зоны карьера по алгоритму, описанному в указанной работе.

При этом в качестве результирующих показателей выделены следующие:

– количество дополнительно вводимого оборудования $N_э$;

– продолжительность работы карьера в пределах этапа разработки с увеличенной производственной мощностью T.

Кроме того, установлено влияние приведенных ниже переменных на описанные выше результирующие показатели:

$$N_э = f_1\left(\Delta A_{пи};\ A_{пи};\ T';\ \alpha_{р.б};\ \beta_{внб};\ \varphi_к;\ h_{раз};\ H_т;\ H_к;\ S_{р.т};\ K_ф\right); \quad (1)$$

$$T = f_2\left(\Delta A_{пи};\ A_{пи};\ \alpha_{р.б};\ H_т;\ H_к;\ S_{р.т},\ K_ф\right), \quad (2)$$

где $\Delta A_{пи}$ – приращение производственной мощности карьера, млн т; $A_{пи}$ – существующая производственная мощность карьера, млн т; T' – период времени от начала приращения производственной мощности до ввода дополнительного ГТО, лет; $\alpha_{р.б}$ – угол рабочего борта карьера, град; $\beta_{внб}$ – угол ВНБ карьера, град; $\varphi_к$ – угол борта карьера в предельном положении, град.; $h_{раз}$ – скорость понижения горных работ по разносу ВНБ, м/год; $H_т$ – текущая глубина карьера, м; $H_к$ – глубина карьера на конец отработки, м; $S_{р.т}$ – площадь рудного тела, м^2; $K_ф$ – коэффициент, учитывающий форму рудного тела – есть отношение горизонтальной мощности рудного тела к его длине по простиранию.

Опытным путём установлено, что для получения репрезентативных данных по расчётным величинам и для более высокой корреляции независимых переменных и функций необходимо провести детермини-

рование части независимых переменных. В связи с этим выделено 5 типов месторождений с детерминированными переменными, отличающихся масштабами производства. Для проведения регрессионного анализа [5] по указанным результирующим показателям было смоделировано 12150 ситуаций для $N_э$ и 2250 – T,что позволило получить высокую корреляционную оценку по уравнениям регрессии,при уровне значимости с достоверностью > 99,999 %.

В результате регрессионного анализа установлены эмпирические коэффициенты для каждой группы карьеров (k_1, ..., k_7; a; b; ε)) и получены искомые уравнения в каноническом виде, приведенные ниже:

– при ВНБ в границах последнего этапа разработки

$$N_э = e^{k_1+k_2\cdot\left(k_4\cdot\Delta A_{пи}+k_5\cdot T'^2+\frac{k_6}{\beta_{внб}}+k_7\right)+k_3\alpha_{р.б}}; \quad (3)$$

$$\Delta A_{пи} = \frac{\frac{\ln N_э - k_3\cdot\alpha_{р.б} - k_1}{k_2} - k_5\cdot T'^2 - k_6\cdot\beta_{внб}^{-1} - k_7}{k_4}; \quad (4)$$

– при ВНБ в границах предыдущих этапов разработки

$$N_э = e^{k_1+k_2\cdot\Delta A_{пи}+k_3\cdot T'^2+k_4\cdot\beta_{внб}^2+k_5\cdot\alpha_{р.б}^3}; \quad (5)$$

$$\Delta A_{пи} = \frac{\ln N_э - k_2\cdot T'^2 - k_3\cdot\beta_{внб}^2 - k_4\alpha_{р.б}^3 - k_5}{k_1}; \quad (6)$$

– во всех случаях

$$T = a\cdot\Delta A_{пи} + b\alpha_{р.б} + \varepsilon, \quad (7)$$

где e – основание натурального логарифма; ln – натуральный логарифм; $k_1 \ldots k_7$ – коэффициенты регрессии при независимых переменных (для формул (3)–(6)); a, b, ε – коэффициенты регрессии при независимых переменных (для формулы (7)).

В результате получены уравнения канонического вида для оперативного расчёта показателей интенсификации производственной мощности карьера. Анализируя результаты моделирования, установили, что эффективность интенсификации производственной мощности в значительной степени зависит от срока ввода дополнительного оборудования, что особенно характерно при увеличении доли отработки этапа по глубине. Доказано, что интенсификацию производственной мощности целесообразно проводить при доле отработки этапа до 0,8 при минимально возможном сроке ввода дополнительного ГТО.

Резюмируя, отметим, что предложенная методика [4] и полученные уравнения регрессии (3)–(7) позволяют выполнить оперативную количественную оценку возможности интенсификации производственной мощности на крутопадающих месторождениях разрабатываемых этапами, обеспечивая при этом управляемое развитие рабочей зоны на вскрышных и добычных горизонтах при наличии временно нерабочих бортов.

Список литературы

1. Линев В.П. Определение параметров рабочей зоны карьера с участками временно нерабочего борта // Горный журнал. – 1986. – №5. – С. 15–17.

2. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. – 2-е изд. пер. и доп. – М.: Недра, 1970. – 319 с.

3.Технологические параметры глубоких карьеров / М.Г. Новожилов и др.. – М.: Недра, 1982. – 175 с.

4. Косолапов А.И., Пташник А.И. Исследование потенциальных возможностей интенсификации производственной мощности карьеров при этапной разработке крутопадающих месторождений в современных условиях // ГИАБ. – 2011. – №6. – С. 50–56.

5. Веретёнова Т.А. Математическое моделирование горнотехнических задач на карьерах. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 132 с.

Рецензенты:

Коростовенко В.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Теплотехника и техносферная безопасность горного и металлургического производства» ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Институт горного дела, геологии и геотехнологий, г. Красноярск;

Михайлов А.Г., д.т.н., старший научный сотрудник Института химии и химической технологии, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 30.06.2011.

УДК 621.311.25:621.039:699.641

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ОЦЕНКЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ДЛЯ ТЭС И АЭС

Кравец С.Б., Афиногенов А.А., Кузин Ю.С.

ГОУ ВПО «Волгодонский институт (филиал) ЮРГТУ (Южно-Российского государственного технического университета)», Волгодонск, e-mail: npi@mail.ru

Проведен анализ нормативных требований к оценке стойкости трубопроводной арматуры для ТЭС и АЭС, проанализированы их достоинства и недостатки. С использованием методов теорий колебаний и упругости проведено исследование расчетных схем по определению сейсмостойкости специальной арматуры. Даны практические рекомендации по проведению расчетов сейсмостойкости трубопроводной арматуры и рассмотрены действующие нормативные подходы к оценке сейсмостойкости арматуры и оценена их корректность на конкретном примере регулирующего клапана Ду 400. Показано, что в действующем нормативном документе НП-068-05 «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические условия» требования к расчетным схемам трубопроводной арматуры являются некорректными. Расчеты сейсмостойкости проведены по лицензированным программам, используемым при проектировании в энергетическом машиностроении.

Ключевые слова: клапан, надежность, вибрации, собственная частота

THE ANALYSIS OF STANDARD REQUIREMENTS TO THE ESTIMATION OF SEISMIC STABILITY OF PIPELINE ARMATURE WITH ELECTRIC DRIVE FOR THERMAL AND ATOMIC POWER STATIONS

Kravets S.B., Afinogenov A.A., Kuzin Y.S.

Volgodonsk institute(branch) of South-Russian State Technical University, Volgodonsk, e-mail: npi@mail.ru

The analysis of standard requirements to an estimation of firmness of pipeline armature for thermal and atomic power station is carried out, their merits and demerits are analyzed. With use of methods of theories of fluctuations and elasticity research of settlement schemes by definition of seismic stability of special armature by which results recommendations about improvement of methods of calculation are developed is carried out. Practical recommendations about carrying out of calculations of seismic stability of pipeline armature are made and operating standard approaches to an estimation of seismic stability of armature are considered and their correctness on a concrete example of regulating valve Du 400 is estimated. It is shown that in operating standard document НП-068-05 «Pipeline armature for nuclear stations. The general specifications» requirements to settlement schemes of pipeline armature are incorrect. Seismic stability calculations are spent under the licensed programs used at designing in power mechanical engineering.

Keywords: valve, reliability, vibrations, own frequency

Обеспечение прочности оборудования и трубопроводов энергетических объектов при внешних динамических воздействиях (землетрясение, цунами и т.д.) в настоящее время является весьма актуальной задачей.

В данной статье рассмотрены действующие нормативные подходы к оценке сейсмостойкости арматуры и оценена их корректность на конкретном примере.

На данный момент оценка сейсмостойкости арматуры и трубопроводов осуществляется, как правило, с использованием расчетных и расчетно-экспериментальных методов. Целью этой оценки является подтверждение прочности и работоспособности оборудования, определение внутренних усилий, возникающих в местах крепления опорных конструкций и передающихся на другие технологические элементы или строительные конструкции при сейсмических воздействиях.

В том случае если арматура имеет опоры, вопросы, при оценке сейсмической прочности изделия, не возникают. Когда же арматура не имеет собственных опорных конструкций (а такой арматуры подавляющее большинство), начинаются проблемы при выполнении оценок прочности при внешних динамических воздействиях.

Учитывая специфику применения специальной арматуры, а именно то, что она может применяться в различных технологических системах и на разных атомных станциях, разработчики НП-068-05 «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические условия» [1] унифицировали требования по обеспечению ее сейсмостойкости, причем за нормированный уровень сейсмических воздействий был принят максимально возможный. Таким образом, на первый взгляд, проектировщик трубопроводных систем АС получает универсальный, с точки зрения сейсмостойкости, «кирпичик», который можно поместить в любую точку

технологической системы. Следовательно, сейсмостойкость специальной арматуры оценивается на стадии проектирования для отдельно взятой единицы, искусственно выдернутой из единой взаимосвязанной системы.

По нашему мнению, у существующего подхода к оценке сейсмостойкости [1] имеется слабая сторона, а именно, не выполняется полноценный совместный анализ сейсмостойкости технологической системы в целом, с учетом взаимного влияния ее элементов друг на друга.

Такой неэффективный, с нашей точки зрения, подход к обеспечению сейсмостойкости технологических систем, по видимому, сложился из-за того, что разработчики и проектировщики пошли по классическому пути, обращая внимание при проектировании оборудования в основном лишь на обеспечение прочности от действия эксплуатационных нагрузок. Следует обратить внимание на то, что если с точки зрения обеспечения прочности при действии избыточного давления порядок соединения и расположения оборудования, трубопроводов и арматуры не играет роли, то при сейсмических воздействиях, соединяя два элемента, сейсмостойких по отдельности, мы можем получить несейсмостойкую систему [2].

В настоящей работе проанализированы достоинства и недостатки вышеуказанного подхода на примере регулирующего клапана Ду 400 (далее – клапана). Конструкция клапана показана на рис. 1.

Так как клапан поставляется без опорных конструкций и неизвестно место его установки, то при обосновании его сейсмостойкости в соответствии с [1] предписывается использовать расчетную схему, приведенную на рис. 2.

Как видно из расчетной схемы, приведенной на рис. 2, крепление клапана осуществляется за выходные патрубки и система является очень жесткой. Результаты выполненных расчетов частот собственных колебаний, выполненных при помощи расчетного комплекса «Зенит-95» [3], подтверждают вышесказанное: низшая собственная частота конструкции в этом случае равна f_{min} = 114 Гц.

На практике применение такой конструкции раскрепления недопустимо, так как не будет выполнено условие обеспечения прочности при воздействии температурных нагрузок (усилий температурной самокомпенсации трубопроводов) и экономически нецелесообразно использовать две неподвижные опоры на расстоянии 850 мм друг от друга.

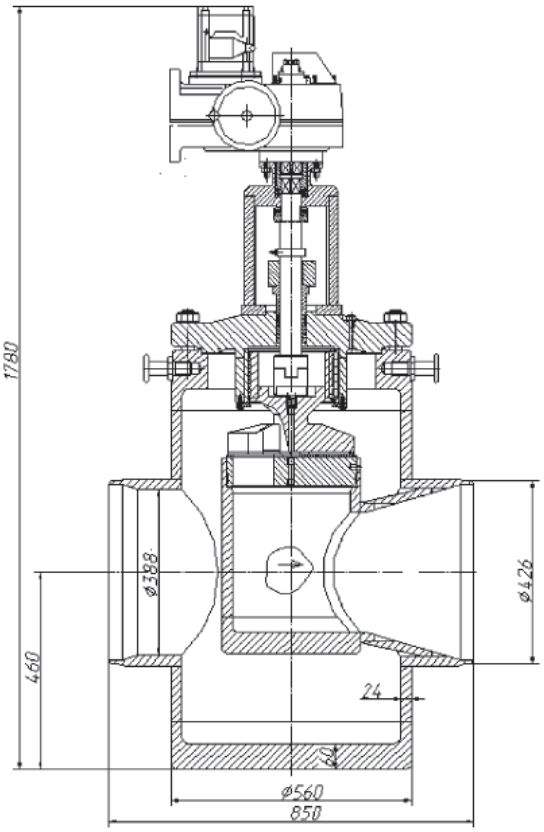


Рис. 1. Регулирующий клапан Ду 400

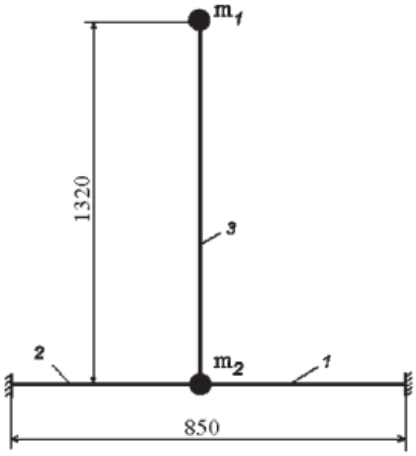


Рис. 2. Расчетная схема клапана

Одной из отличительных особенностей атомных станций является то, что опоры для технологических трубопроводных систем АЭС воспринимают не только весовые нагрузки, но, в отличие от общепромышленных трубопроводов, еще и нагрузки от внешних динамических воздействий. Кроме того, опоры горячих трубопроводов испытывают еще и нагрузку от компенсации температурных расширений. Поэтому при проектировании трубопроводных си-

стем для АЭС возникают вопросы, связанные с оптимальной расстановкой опорных конструкций. С одной стороны, с целью уменьшения напряжений от компенсации температурных расширений, трубопроводная система должна быть податливой, а с другой – жесткой для уменьшения инерционных нагрузок, возникающих при воздействии внешних динамических факторов, например, таких как землетрясение.

Для более корректного определения собственных частот, которые может иметь клапан при установке в трубопровод, можно воспользоваться рекомендациями по определению максимально допустимых расстояний между опорами, приведенными в источнике [4].

В соответствии с рекомендациями [4], для трубопровода Ду400 максимальный пролет между опорами составляет 12 м. При составлении расчетной схемы для определения собственных частот были использованы две опоры: одна была неподвижная, а вторая – подвижная. Вторая опора выбрана скользящей потому, что для трубопровода необходимо обеспечить свободу температурных удлинений и снизить нагрузки температурной самокомпенсации. С целью подтверждения правильности выбора максимального пролета между опорами, составляющего 12 м, определили с помощью программы [3] максимальный прогиб нашей конструкции. Для пролета 6 м прогиб составил 0,2 мм, а для 12 м – 3,1 мм. Таким образом, жесткость системы «трубопровод-арматура» обеспечена для пролета 12 м, так как прогиб меньше значения максимального прогиба, нормируемого условием опорожнения трубопровода (для уклона 0,002 – 12 мм).

Расчет собственных частот для расчетной схемы (рис. 3) был выполнен для различных величин пролета: $2L = 6$ м и $2L = 12$ м. Присоединяемый трубопровод имел следующие размеры: наружный диаметр $D = 426$ мм, внутренний диаметр $d = 412$ мм. Так как жесткость присоединяемых трубопроводов существенно меньше, чем непосредственно арматуры, то участок, моделирующий арматуру, представим в виде абсолютно жесткого стержня. Привод моделировался невесомым жестким стержнем с моментами инерции, соответствующими реальной конструкции, масса привода, в соответствии с требованиями [1], вынесена в точку центра масс привода. Материал всех элементов – сталь 20. Эскиз расчетной схемы приведен на рис. 3.

С целью оценки сейсмостойкости клапана для анализа частот и форм собственных колебаний рассматривались все частоты, находящиеся ниже 33 Гц, а также все низшие (первые) частоты собственных колебаний вне зависимости от их значений.

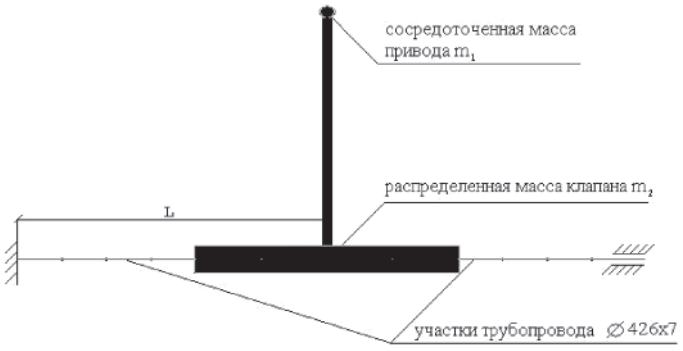


Рис. 3. Расчетная схема регулирующего клапана с трубопроводом

Расчет собственных частот выполнялся по программе [3]. Результаты определения собственных частот клапана с учетом присоединенных трубопроводов приведены в таблице.

Как видно из результатов расчетов, приведенных в таблице, значения низших частот собственных колебаний могут значительно отличаться друг от друга и, кроме того, оценка прочности при сейсмических воздействиях для них должна, в соответствии с требованиями [1], выполняться разными методами.

Собственные частоты колебаний клапана

Длина участка трубопровода L, м	Номер рисунка расчетной схемы	Форма колебаний	Собственная частота колебаний, Гц
0, 425	2	1	114,0
3,0	3	1	21,3
6,0	3	1	5,9
		2	24,9

Для низшей собственной частоты $f_{min} = 114$ Гц расчет выполняется статиче-

ским методом, в котором значения нагрузок определяются следующим образом: задается постоянное ускорение во всех точках расчетной модели – 3g в горизонтальном направлении (выбирается наиболее опасное направление) и 2g – в вертикальном направлении.

Для низшей собственной частоты f_{min} = 21,3 Гц расчет выполняется также статическим методом, но величины нагрузок определяются немного по-другому. В горизонтальном направлении задается переменное ускорение 8g в центре масс привода и 3g на оси трубопровода (выбирается наиболее опасное направление); в вертикальном направлении задается ускорение 2g.

Для низшей собственной частоты f_{min} = 5,9 Гц расчет выполняется методом динамического анализа с учетом инерционной нагрузки на концах патрубков арматуры – 3g в горизонтальном направлении (выбирается наиболее опасное направление) и 2g – в вертикальном.

Анализируя вышесказанное, можно отметить, что выполнение расчетов по требованиям [1] (схема на рис. 2), не является консервативным и приводит к занижению уровня действующих напряжений при сейсмических нагрузках, что, в свою очередь, может привести к авариям.

Выводы

1. Существующему подходу к оценке сейсмостойкости арматуры, не имеющей собственных опорных конструкций, приведенному в НП-068-05 [1], свойствен существенный недостаток – не выполняется полноценный совместный анализ сейсмостойкости технологической системы в целом, с учетом взаимного влияния ее элементов друг на друга.

2. При оценке сейсмостойкости специальной арматуры, не имеющей собственных опорных конструкций, предлагаем выполнять расчет методом динамического анализа на весь диапазон частот внешнего сейсмического воздействия (от 1 до 33 Гц).

Список литературы

1. Трубопроводная арматура для атомных станций: Общие технические условия. НП-068-05. – М., 2005.

2. Кравец С.Б. Оценка сейсмостойкости технологических систем атомных станций. – М.: Энергоатомиздат, 2005.

3. Программа расчета динамики и прочности конструкций, механизмов и приводов «Зенит-95». Версия 6.6.5.7. НТП «ДИП». – СПб., 2009.

4. Никитина И.К. Справочник по трубопроводам тепловых электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 176 с.

Рецензенты:

Балагин А.В., д.ф.-м.н., профессор, зам. директора по научной работе ГОУ ВПО «Волгодонский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета», г. Волгодонск;

Егоров С.Н., д.т.н., профессор, зам. директора по учебной работе ГОУ ВПО «Волгодонский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета», г. Волгодонск.

Работа поступила в редакцию 19.07.2011.

УДК 631.331+631.315.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕЯЛКИ-КУЛЬТИВАТОРА ССВ-3,5 С РЫЧАЖНЫМ ВАРИАТОРОМ ПРИВОДА ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ

Ларюшин Н.П., Антонов А.В.

ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», Пенза, e-mail: sha_penza@mail.ru

Урожайность сельскохозяйственных культур напрямую связана с точной установкой нормы высева семян, которая изменяется за счет изменения рабочей длины высевающих катушек и изменения передаточного отношения в редукторе. Редуктор обеспечивает ступенчатую установку передаточного отношения и тем самым ступенчатую установку нормы высева, что ведет к снижению урожайности культуры. Поэтому с целью решения данной проблемы на кафедре «Сельскохозяйственные машины» был разработан изготовлен рычажный вариатор привода высевающих аппаратов сеялок.

Ключевые слова: вариатор, рычажный механизм, норма высева семян, сеялка, редуктор

RESULTS OF RESEARCHES OF SEEDER-CULTIVATOR SSV-3,5 WITH THE LEVER VARIATOR OF THE DRIVE OF SOWING DEVICES

Larjushin N.P., Antonov A.V.

FGOU VPO «Penza state agricultural academy», Penza, e-mail: sha_penza@mail.ru

Productivity of agricultural crops directly is connected with exact installation of norm of seeding of seeds which changes at the expense of change of working length of sowing coils and change of the transfer relation in a reducer. The reducer provides step installation of the transfer relation, and by that step installation of norm of seeding that conducts to decrease in productivity of culture. Therefore for the purpose of the decision of the given problem on chair «Agricultural cars» the lever variator of a drive of sowing devices of seeders has been developed, made.

Keywords: a variator, the lever mechanism, norm of seeding of seeds, a seeder, a reducer

В последние годы интерес к проблемам посева сельскохозяйственных культур значительно возрос, что объясняется важностью этой операции для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, необходимостью внедрения в производство интенсивных и ресурсо- влагосберегающих технологий.

Необходимость совершенствования посевных машин определяется разнообразием физико-механических свойств семян сельскохозяйственных культур, схем, способов посева, установки нормы высева семян, трудоемкости посева и возделывания, а также различием почвенно-климатических условий и агротехнических требований. Так, для посевных машин одним из самых перспективных и надежных с хорошими показателями качества и точности соблюдения нормы высева является механический привод высевающих аппаратов [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10].

В настоящее время все производители стремятся поднять на более высокий уровень качество посева, постепенно переходят от ступенчатых редукторов привода высевающих аппаратов к вариаторам. Так, на кафедре «Сельскохозяйственные машины», Пензенской ГСХА совместно с заводом ООО «КЗТМ» г. Кузнецка Пензенской области в связи с поставленной задачей разработан и изготовлен рычажный вариатор. Данный рычажный вариатор установлен на сеялку-культиватор ССВ-3.5, выпускаемую заводом ООО «КЗТМ» [6].

Сеялка-культиватор ССВ-3.5 предназначена для подпочвенно-разбросного (сплошного) посева зерновых, зернобобовых культур с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений, по технологиям минимальной обработки и без обработки почвы, а также с предварительной обработкой почвы, послепосевного прикатывания и выравнивания посевов. Может использоваться в режиме культиватора. ССВ-3.5, обеспечивает качественный посев на почве влажностью до 30% с максимальным сохранением стерни после посева. Сеялка гидрофицирована и в односеялочном агрегате может работать с тракторами тягового класса 2–3 на всех видах почв, кроме почв, засоренных камнями. В многосеялочном шеренговом агрегате сеялки со сцепками могут работать с тракторами тягового класса 4–6. Сеялка-культиватор ССВ-3.5 состоит из рамы с прицепным устройством, двух зернотуковых ящиков, в днище которых установлены катушечно-желобчатые и катушечно-штифтовые высевающие аппараты, лаповых сошников, передних и задних колёс, механизма подвески передних колёс и гидроцилиндра, механизма передач привода семя- и туковысевающих аппаратов и прикатывающих катков. Привод высевающих аппаратов осуществляется от заднего опорного колеса посредством цепной передачи через рычажный вариатор [4].

Рычажный вариатор, установленный на сеялку-культиватор ССВ-3.5 изменяет пере-

даточное отношение плавно (бесступенчато) во всем диапазоне регулирования (рис. 1). Это позволяет более точно выбирать режим, в котором достигается оптимальная норма высева семян. Также при использовании вариатора сокращается время на настройку сеялки. Установка вариатора позволяет отказаться от традиционной регулировки нормы высева путем изменения рабочей длины высевающих катушек, что улучшает равномерность высева, исключается дробление семян, упрощается настройка в полевых условиях [5].

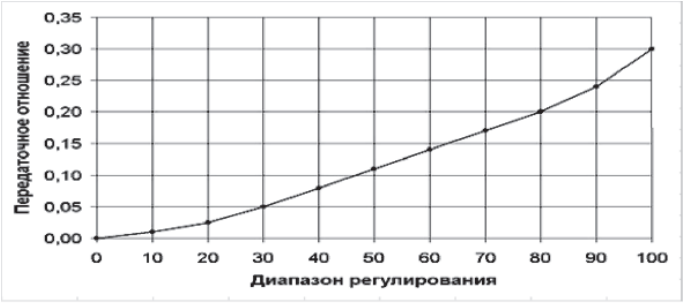


Рис. 1. Изменение передаточного отношения рычажного вариатора

Для настройки сеялки на заданную норму высева построены специальные предварительно-настроечные графики (рис. 2). По этим графикам настройка рычажного вариатора занимает минимум времени и затрат.

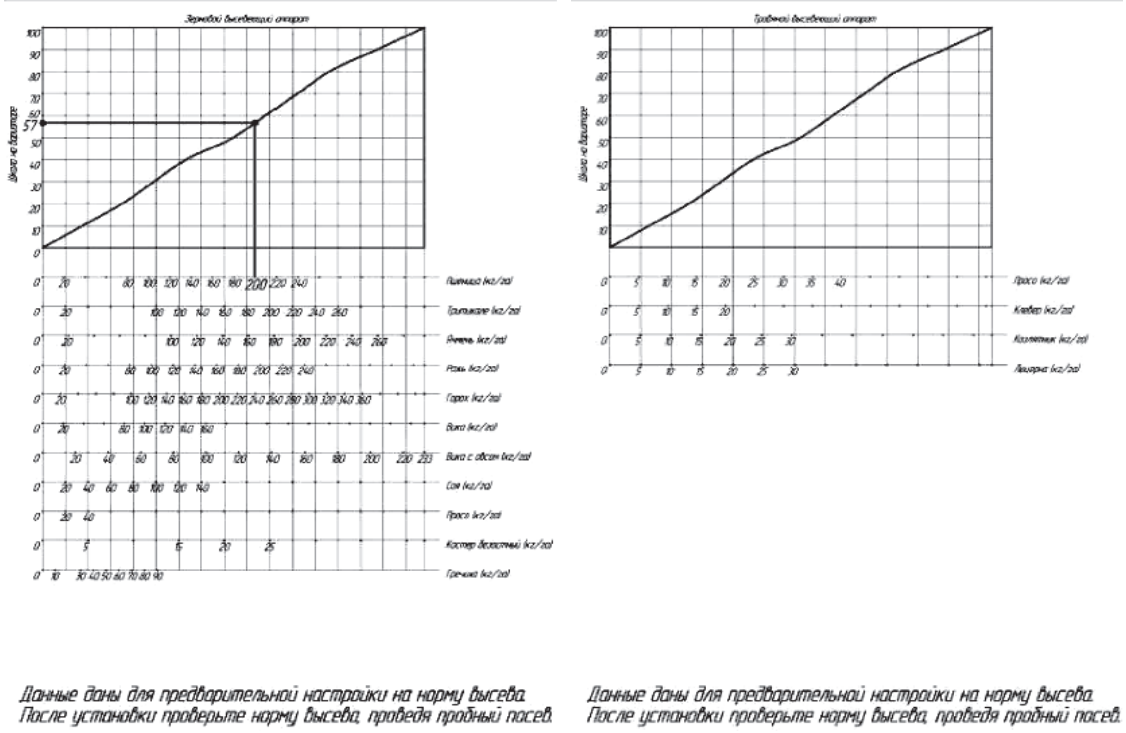


Рис. 2. Графики для предварительной установки нормы высева семян сельскохозяйственных культур

Например, требуется определить положение установки регулятора на шкале рычажного вариатора для нормы высева пшеницы 200 кг/га (рис. 2). Для этого на оси находим норму высева, соответствующую 200 кг/га, и проводим вертикальную линию до пересечения с кривой на графике. Из точки пересечения проводим горизонтальную линию до пересечения с осью «шкала вариатора». Точка 57 на «шкале вариатора» покажет величину установки рычага регулятора. Корректировки нормы высева семян после проверки нормы высева семян на стационаре и в полевых условиях осуществляется смещением рычага регулятора на шкале в зависимости от недосева или пересева семян.

Как показали полевые исследования (рис. 3) сеялки-культиватора ССВ-3,5 с рычажным вариатором регулировки нормы высева семян, на пшенице Безенчукская 380 за счет точной установки нормы высева 215 кг/га при помощи рычажного вариатора экономия семян составила 17% и повысилась урожайность культуры на 22%.

Рис. 3. Сеялка-культиватор ССВ-3,5 с рычажным вариатором в работе

Установкой рычажного вариатора на сеялку-культиватор ССВ-3.5 мы добились повышения производительности труда за счет сокращения времени настройки сеялки на заданную норму высева семян. Сократилось дробление посевного материала за счет использования полной рабочей длины катушки высевающего аппарата. Испытания сеялки-культиватора ССВ-3,5 с рычажным вариатором в ФГУ «Поволжская МИС» показали полное ее соответствие требованиям к данным видам сеялок (протокол № 08-123-2010 (4030132) от 26 ноября 2010 г.).

Список литературы

1. Антонов А.В. Обоснование выбора вариатора для сеялок с механическим приводом высевающего аппарата / А.В. Антонов, А.А. Пяткин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2010. – С. 148–149.

2. Антонов А.В. Обзор современных посевных машин с механическим приводом высевающих аппаратов / А.В. Антонов, А.В. Бучма // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов. Том 1. – Пенза: РИО ПГСХА, 2010. – С. 143–145.

3. Антонов А.В. Расчет конструктивных параметров рычажного вариатора привода высевающих аппаратов сеялки–культиватора ССВ – 3,5 / А.В. Антонов, Н.П. Ларюшин // Нива Поволжья. – 2011. – №2(19). – С. 56–60.

4. Бучма А.В. Установка нормы высева семян на сеялке-культиваторе ССВ-3,5 с рычажным вариатором / А.В. Бучма, А.В. Антонов // Инновационные идеи молодых исследователей для АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, проводимой по программе Всероссийского фестиваля науки и посвященной 60-летию ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА». Том 1. – Пенза: РИО ПГСХА, 2011. – С. 320–322.

5. Есипенко Я.И. Механические вариаторы скорости. – Киев: Гостехиздат УССР, 1961. – 220 с.

6. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М.: КолосС, 1994. – 751 с.: ил – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

7. Посевные машины. Теория, конструкция, расчет / Н.П. Ларюшин, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев, А.В. Шуков, Д.А. Почивалов. – М.: Росинформагротех, 2010. – 292 с.

8. Ларюшин Н.П. Современные посевные машины: учебное пособие. – Пенза: РИО ПГСХА,2007. – 100 с.

9. Ларюшин Н.П. Состояние вопроса привода механических высевающих аппаратов зерновых сеялок / Н.П. Ларюшин, А.В. Антонов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009. – С. 51.

10. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: КолосС, 2003. – 624 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

Рецензенты:

Дёмин Е.Е., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Сельскохозяйственные машины» Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, г. Саратов;

Сенин П.В., д.т.н., профессор Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, г. Саранск.

Работа поступила в редакцию 25.07.2011.

УДК 547.495.9.

НОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГУАНИДИНА И АМИНОГУАНИДИНА

Мусаев Ю.И., Мусаева Э.Б., Киржинова И.Х.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, e-mail: musaev41@mail.ru

Статья посвящена синтезу новых моно- и дизамещенных органических соединений на основе 4,4'-диацетилдифенилоксида, 4,4'-дихлордифенилкетона, гуанидина и аминогуанидина. Данные соединения представляют несомненный интерес, так как могут иметь широкий спектр применения. Наличие аминогрупп позволяет путем образования альдиминовых связей C = N с активированной целлюлозой получить препараты, обладающие антимикробными свойствами. Кроме того, они могут быть использованы в качестве нуклеофильных мономеров в реакциях поликонденсации, приводящих к образованию различных типов полигетероариленов, отличительной особенностью которых является сочетание хорошей тепло- и термостойкости и высокого коксового остатка. Все вышесказанное свидетельствует об актуальности синтеза новых органических соединений данного строения. Найдены оптимальные условия синтеза полученных мономеров. С помощью элементного анализа методами ИК- и ЯМР-спектроскопии осуществлена идентификация полученных соединений.

Ключевые слова: 4,4'-диацетилдифенилоксид, 4,4'-дихлорбензофенон, гуанидин, аминогуанидин

NOVEL COMPOSITIONS ON THE BASIS OF GUANIDINE AND AMINOGUANIDINE

Musaev Y.I., Musaeva E.B., Kirzhinova I.K.

Kh.M.Berbekov Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, e-mail: musaev41@mail.ru

This paper is devoted to the synthesis of novel mono- and bi-replaced organic compounds based on 4,4/-diacetylbisphenyloxide, 4,4/-dichlorbisphenylketone, guanidine and aminoguanidine. These compounds are of sure interest due to their possible extensive use. The presence of amino- fragments allows one (via the aldimine bond C = N to activated cellulose) to produce materials of antimicrobial properties. Besides, they can be used as nucleophylic monomers in reactions of polycondensation resulting in formation of various polyheteroarylenes, the distinctive feature of which is the combination of acceptable heat- and thermal resistance and high coke. All mentioned confirms the necessity of production of novel organic compounds of given structure. The optimal conditions for the synthesis of produced monomers have been selected. The identification of the final products has been performed with help of element analysis as well as IR and NMR methods

Keywords: 4,4/- diacetylbisphenyloxide, 4,4/-dichlorbenzophenone, guanidine, aminoguanidine

Хорошо известно, что органические соединения, содержащие в своем составе гуанидиновый фрагмент, обладают бактерицидными свойствами и используются в качестве лечебных препаратов и фунгицидов [2]. Они не инактивируются белками и в то же время биоразлагаемы, поэтому находят широкое применение в качестве физиологически активных веществ: лекарств, антисептиков, пестицидов [4]. Гуанидиновая группировка служит началом многих лекарственных веществ (сульгин, исмелин, фарингосепт) и антибиотиков (стрептомицин, бластицидин, мильдомицин).

Благодаря наличию в таких соединениях функциональных аминогрупп, они могут быть использованы в реакциях поликонденсации для синтеза полигетероариленов, отличительной особенностью которых является сочетание высоких тепло- и термостойкостей. Кроме того, для таких полимеров характерны высокие прочностные показатели, хорошие диэлектрические свойства, высокая химическая и радиационная стойкость. Таким образом, они представляют несомненный интерес и применяются в авиации, космической технике, электронике, машиностроении и других отраслях промышленности [1].

Все вышесказанное свидетельствует об *актуальности* синтеза и применения новых органических соединений на основе производных гуанидина.

Объектами наших исследований являются процессы синтеза соединений, содержащих гуанидиновые и аминогуанидиновые фрагменты.

Предметом данных исследований являются синтез новых моно- и дизамещенных органических соединений на основе гуанидина, аминогуанидина, 4,4'-диацетилдифенилоксида и 4,4'-дихлордифенилкетона. Для достижения *цели* были поставлены и решены *задачи* нахождения оптимальных условий синтеза. С помощью элементного анализа, методами ИК- и ЯМР-спектроскопии осуществлена идентификация полученных соединений.

Синтез моно- и дизамещенных производных 4,4'-дихлордифенилкетона и 4,4'- диацетилдифенилоксида. Согласно мольному соотношению взаимодействием гуанидина или аминогуанидина с 4,4'-дихлодбензофеноном и 4,4'-диацетилдифенилоксидом,

синтезированы новые органические соединения химической структуры I–VI.

Пример. В реакционную колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником, трубкой для подачи азота, загружали 40 мл абсолютного этанола, 2 г карбоната гуанидина (0,01 моль), 2,51 г 4,4'-дихлордифенилкетона (0,01 моль). Реакционную смесь подкисляли соляной кислотой до pH = 3. Реакцию проводили 4 часа при температуре кипения реакционной смеси. Продукт высаждали в дистиллированную воду, промывали и высушивали. После перекристаллизации из этанола $T_{пл}$ = 194 °C.

Аналогично были получены остальные органические соединения химической структуры II–VI. Концентрация реакционного раствора по кетонам– 0,5 моль/л. Мольное соотношение 4,4'-диацетилдифенилоксид: гуанидин или аминогуанидин = 1:1 или 1:2. Температуры плавления равны: I = 194 °C, II = 201 °C, III = 224 °C, IV = 246 °C, V = 194 °C, VI = 200 °C.

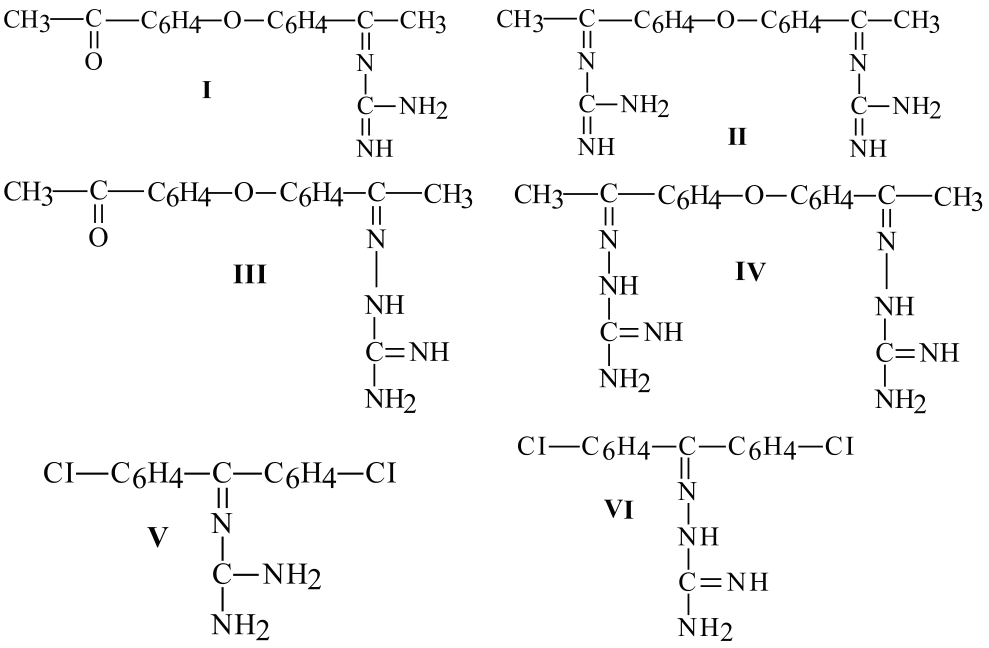
Строение и чистоту исходных соединений и конечных продуктов определяли с помощью элементного анализа методами ИК-спектроскопии на спектрофотометре SPECORD M82. Образцы для ИК-спектроскопии готовили в виде таблеток с KBr или суспензии в вазелиновом масле. Элементный анализ проводили методом пиролизной хроматографии на приборе «Carlo Erba CHN-1108» (Италия) Спектры ЯМР были измерены на приборе Bruker DRX500 (500,13 MHz для ^{1}H) в DMSO-d_6

Задача настоящей работы – создание новых органических соединений на основе гуанидина, аминогуанидина, 4,4-дихлордифенилкетона и 4,4'-диацетилдифенилоксида, которые мы предполагаем в дальнейшем использовать как мономеры и биоцидные вещества [3].

Возможность присоединения к целлюлозным материалам соединений с аминогруппами с помощью альдиминовой связи C = N дает возможность синтеза препаратов, обладающих антимикробными свойствами [5].

Аминогуанидин NH_2–NH–C(= NH)–NH_2, в отличие от гуанидина NH_2–C(= NH)–NH_2, наряду с амино- и иминогруппой содержит гидразиновую группу. Данный фрагмент в силу своего химического строения расширяет возможности химической модификации и способен дополнительно выполнять ту или иную специфическую функцию, в частности, введение такого фрагмента приводит к усилению биоцидных свойств [4].

Задача реализуется получением соединений I–VI следующего строения:



Для получения данных соединений были изучены зависимости выхода конечных продуктов от температуры и времени синтеза и определены оптимальные условия синтеза, которые приведены в примере 1-й экспериментальной части.

Чистоту и строение полученных соединений определяли с помощью элементного анализа, ИК- и ПМР-спектроскопии. Данные элементного анализа соединений на основе 4,4'-диацетилдифенилоксида, 4,4'-дихлордифенилкетона, гуанидина или аминогуанидина (соединения I–VI) представлены в табл. 1.

ИК-спектры синтезированных органических соединений содержат сигналы, со-

ответствующие предполагаемым структурам. Две широкие расщепленные полосы в области 3450–3070 см$^{-1}$ соответствуют валентным колебаниям N–H в ассоциированных и неассоциированных группах NH_2 и –NH–. Имеются полосы поглощения в области 1658 и 1570 см$^{-1}$ (валентное колебание связей N = C), 1597 и 1500 см$^{-1}$ – γ_{as} и γ_s (соответственно) для связей C = C в ароматических кольцах, 1266 см$^{-1}$ Ph-O-Ph, 844 см$^{-1}$ для *пара*-замещенных фенильных колец. Полоса 1676 см$^{-1}$, характерная для метилфенилкетона, присутствует в диацетилдифенилоксиде, монокетиминах и отсутствует в дикетиминах. Остальные полосы хорошо согласуются с гуанидиновым и аминогуанидиновым фрагментами.

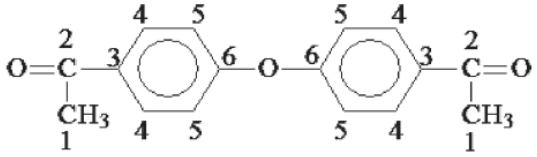
Таблица 1

Данные элементного анализа полученных соединений

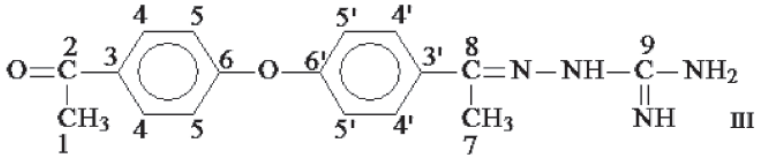
Номер соединения	Брутто-формулы	Элементный анализ*			
		C, %	H, %	N, %	Cl, %
I	$C_{17}H_{18}O_2N_4$	65,95/65,80	5,67/5,80	18,20/18,06	-
II	$C_{18}H_{20}ON_6$	64,16/64,28	5,86/5,95	24,96/25,04	-
III	$C_{17}H_{20}O_2N_4$	65,28/64,38	6,36/6,41	17,92/17,94	-
IV	$C_{18}H_{24}ON_8$	58,63/58,69	6,49/6,52	30,40/30,43	-
V	$C_{14}H_{11}Cl_2N_3$	57,52 /57,53	3,72/3,76	14,33/14,38	24,30/24,31
VI	$C_{14}H_{12}Cl_2N_4$	54,70/ 54,72	3,72/3,76	18,21/18,24	23,08/23,12

Примечание. *В числителе – найдено, а в знаменателе – вычислено.

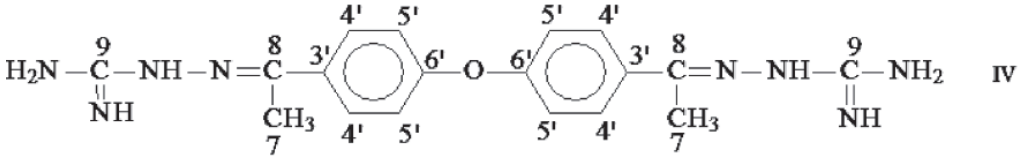
Спектры ЯМР были измерены на приборе Bruker DRX500 (500,13 MHz для ^{1}H) в DMSO-d_6. Отнесение сигналов (химические сдвиги в м.д.) проводилось относительно остаточных сигналов растворителя (для ДМСО 2,50 м.д.). Ниже приведены структуры 4,4'-диацетилдифенилоксида, моно- и дикетимина на основе аминогуанидина и 4,4'-диацетилдифенилоксида с обозначением углеродных атомов, чтобы сопоставлять полученные ЯМР-спектральные данные со структурой. Одинаковыми номерами обозначены атомы углерода, имеющие одинаковый хим. сдвиг в углеродных спектрах; протоны, связанные с ними, также имеют одинаковые хим. сдвиги в протонном спектре.



VII



III



IV

Таким образом, доказано образование моно- и дикетиминов на основе гуанидина или аминогуанидина и 4,4′-диацетилдифенилоксида.

Полученные нами соединения I–VI представляют собой перспективный ряд мономеров для получения (со)полимеров с помощью реакций поликонденсации, при этом образу-

ющиеся полимеры могут сохранять комплекс ценных свойств исходного мономера. В то же время модифицированные виниловыми кислотами они могут войти в состав композитов и нанокомпозитов на базе природных алюмосиликатов и полисахаридов, являющихся удобными полимерными матрицами, который представляют собой носители данных биологически активных веществ, способных к пролонгированной деиммобилизации.

Таблица 2

Данные ЯМР^{1}H спектроскопии моно- и дикетиминов на основе аминогуанидина и 4,4′-диацетилдифенилоксида.

Соединение	^{1}H	^{7}H	$^{5'}$H	^{5}H	^{4}H	$^{4'}$H	“NH”
VII	2,57 с	-	-	7,17 д	8,03 д	-	-
III	2,54 с	2,4 с	7,05 д		7,87 д	7,97 д	5,88
IV	-	1,22 с	6,96 д	-	-	7,81 д	5,49

В табл. 2: с – синглет, д – дублет.

Заключение

Найдены оптимальные условия синтеза целевых продуктов на основе 4,4’-диацетилдифенилоксида, 4,4’-дихлордифенилкетона и производных гуанидина. С помощью элементного анализа, методами ИК- и ЯМР-спектроскопии подтверждены чистота и строение полученных соединений. Данные соединения могут иметь широкий спектр применения, а именно, их иммобилизация за счет образования альдиминовой связи C = N с активированной целлюлозой дает возможность получить различные изделия, обладающие антимикробными свойствами, кроме того синтезированные нами соединения могут быть использованы в качестве мономеров в реакциях поликонденсации с образованием полигетероариленов различного химического строения.

Список литературы

1. Виноградова С.В., Васнев В.А. Поликонденсационные процессы и полимеры. – М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 373 с.

2. Кнунянц И.Л. Химическая энциклопедия / под ред. И.Л. Кнунянца. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – 1209 с.

3. Синтез, структура и свойства гибридных нанокомпозитов на основе мономерного и полимерного метакрилата гуанидина и слоистых алюмосиликатов / С.Ю. Хаширова, Ю.И. Мусаев, А.К. Микитаев, Ю.А. Малкандуев, М.Х. Лигидов // Высокомолекулярные соединения, серия А. – 2009. – Т. 51, №9. – 1–6 с.

4. Новые гибридные нанокомпозиты на основе слоистых силикатов и ионогенных мономер/полимерных акрилат- и метакрилатгуанидинов / С.Ю. Хаширова, Ю.И. Мусаев, Ю.А. Малкандуев, М.Х. Лигидов, Э.Б. Мусаева, Н.А. Сивов, А.К. Микитаев // Нанотехника. – 2009. – №3. – С. 58–65.

5. Водорастворимые карбоксиметилазометиновые производные целлюлозы и способ их получения: патент РФ № 2169736 / Б.Ф. Куковицкий, В.А. Демин, И.А. Разманова. – БИ № 5, 2009.

6. Отчет филиала №5 института биофизики Минздрава СССР. – Ангарск, 1991.

7. Norman Joseph, Mattioda Georges, Loisean Gerard – Новые лекарственные средства, обладающие анальгическим, спазмолитическим и противовоспалительным действием: Французский патент, кл. А 61 К., с 07 с, № 7858 М., заявл. 30.12.68., опубл. 20.04.70.

Рецензенты:

Алоев В.З., д.х.н., профессор ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нальчик;

Газаев М.А., д.х.н., профессор, директор Кабардино-балкарского института высокогорного пчеловодства и апитерапии, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 30.06.2011.

УДК 620.165.29

УСРЕДНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ УТЕЧКИ ПРОБНОГО ГАЗА ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТЕЧЕЙ

Мясников В.М., Сажин С.Г., Костиков Е.С., Добротин С.А.

Дзержинский политехнический институт Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Дзержинск, e-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

Вторичная обработка дефектоскопического сигнала при локализации течей способом щупа, использующим принцип пассивного сканирования, основывается на формализованных параметрах дефектоскопического пика, получаемых из результатов математического моделирования. Математическая модель должна учитывать усреднение концентрации утечки пробного газа в анализируемой пробе, отбираемой из порового пространства. По материалам исследования средней концентрации пробного газа в анализируемой пробе, установлена ее зависимость от типа воздействия на грани пористого листа и характерных размеров области усреднения. Исследование влияния средней концентрации пробного газа в анализируемой пробе на чувствительность контроля целесообразно представить в виде отношения расстояния от течи до точки отбора пробы к характерному размеру области усреднения. Установлено, что при условиях воздействия на грани пористого материала защитного газа чувствительность контроля достигает максимального значения в условиях указанного отношения, равного 0,87. Если формирование утечки происходит в листе пористого материала с ограничивающей плоскостью, а отбор производится с поверхности листа, то максимум средней концентрации отсутствует.

Ключевые слова: течь, локализация течей, пробный газ, утечка

AVERAGING–OUT THE CONCENTRATION OF TRIAL GAS LEAKAGE AT LEAKS LOCALIZATION

Mjasnikov V.M., Sazhin S.G., Kostikov E.S., Dobrotin S.A.

Dzerzhinsky Polytechnic Institute of Nizhegorodsky State Technical University of R.E. Alekseev, Dzerzhinsk, e-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

Secondary processing of a flaw detecting signal at leaks localization by the method of probe using the principle of passive scanning is based on the formalized operation factors of a flaw detecting peak received by the results of mathematical modelling. The mathematical model should consider averaging-out leak concentration of trial gas in the analyzed test selected from the pore space. On the materials of researching average concentration of trial gas in the analyzed test its dependence on a type of influence on a porous sheet verge is established as well as characteristic sizes of the averaging area. In the analyzed test on sensitivity of the control it is expedient to present research of the influence of average concentration of trial gas in the form of the relation of distance from a leak to a point of selecting a test to the characteristic size of the averaging area. It is established that under conditions of influence on the verge of a porous material of protective gas sensitivity of the control reaches the maximum value in the conditions of the specified relation equal to 0,87. If leak formation occurs in a sheet of a porous material with a limiting plane and selection is made from a sheet surface the maximum of average concentration is absent.

Keywords: leak, leaks localization, trial gas, leakage

Согласно классификационным признакам [1] в установках для локализации течей используется метод активного или пассивного сканирования. Метод пассивного сканирования предполагает равномерное движение датчика регистрации утечки или пробоотборного устройства (щупа) по заданной траектории. Затем дефектоскопическая информация подлежит обработке с целью определения величины течи и её местоположения. Координаты течи находятся путем сопоставления формализованных параметров дефектограммы [2] реального дефектоскопического пика с эталонным, полученным в результате математического моделирования процесса массопереноса пробного газа от течи к датчику течеискателя. Координаты течи по направлению сканирования определяются по первому моменту, а расстояние от течи до траектории сканирования находится по отношению начального нулевого момента к высоте дефектоскопического пика [3].

Точность определения положения течи зависит от выбранной математической модели, включающей все стадии процесса переноса утечки пробного газа. Математическая модель, представленная в работе [2], описывает накопление утечки пробного газа в среде материала с пористой структурой. Эта модель применима для потоков отбираемой пробы менее 10^{-4} м^3×Па/с. Для бóльших потоков математическая модель должна включать в себя стадию усреднения концентрации по области отбора. В связи с этим возникла необходимость исследовать влияние геометрических размеров этой области на среднюю концентрацию пробного газа в ней.

Для поставленной цели сформулированы задачи исследования: выбрать метод усреднения концентрации пробного газа в области отбора пробы; установить взаимо-

связь между характерным размером области усреднения с учетом способа формирования утечки пробного газа, скорости движения щупа и движения анализируемой пробы по капилляру.

Так как накопление утечки целесообразно осуществлять в среде с пористой структурой [2], то необходимо выбрать метод усреднения концентрации пробного газа в окрестности течи. Существует два метода усреднения скалярных или векторных величин в пористом материале: усреднение по пространству пор в элементарном физическом объеме или по элементарному физическому объему [4]. В данной работе усредненная концентрация пробного газа в анализируемой пробе оценивалась по элементарным физическим объемам. Выбор данного метода обусловливается тем, что концентрационное поле пробного газа описывается с позиции принципа квазигомогенного приближения, который заключается в том, что коэффициент диффузии пробного газа находится на основе коэффициента эффективной диффузии [D], полученного эмпирически.

Установлено, что если отбор пробы происходит из порового канала пористого листа с высотой H, длиной a и шириной b, грани которого орошаются газом, не содержащим пробный, то область усреднения имеет форму усеченной сферы (рис. 1, а), а при накоплении утечки в листе с ограничивающей плоскостью – форму цилиндра (рис. 1, б).

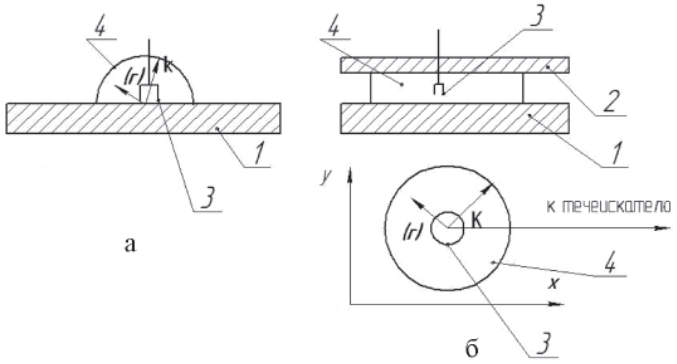


Рис. 1. Области усреднения концентрации пробного газа: а – с поверхности изделия; б – с ограничивающей плоскостью: 1 – контролируемая поверхность изделия; 2 – ограничивающая плоскость; 3 – пробоотборник; 4 – область усреднения

В обоих случаях характерным размером области отбора является радиус усреднения $\langle r \rangle$, который определяется из баланса потоков анализируемой пробы, поступающих из области усреднения в транспортный капилляр.

В случае отбора пробы с контролируемой поверхности и при накоплении утечки пробного газа в условиях воздействия на грани пористого листа газа, не содержащего пробный, радиус усреднения определяется из равенства, полученного из материального баланса:

$$\langle r \rangle = \sqrt{\frac{d_к^2 W_к}{2\varepsilon W_щ}}. \qquad (1)$$

При накоплении утечки с ограничивающей плоскостью радиус усреднения рассчитывается как

$$\langle r \rangle = \frac{\pi d_к^2 W_к}{4\varepsilon H W_щ}, \qquad (2)$$

где $W_щ$, $W_к$ – скорость движения щупа и анализируемой пробы в капилляре; $d_к$ – диаметр капилляра; ε – пористость материала.

Средняя концентрация в анализируемой пробе <C> находилась по методу Монте-Карло:

$$\langle C \rangle = \frac{\sum_{k=0}^{p} C_k}{p},$$

где C_k – значение концентрации утечки в k-й точке, принадлежащей области отбора; p – число точек усреднения.

Координаты точки k определялись из соотношений:

$$x_k = x_щ + \langle r \rangle \cdot d \sin\theta,$$

$$y_k = y_щ + \langle r \rangle \cdot d \cos\theta,$$

где θ, d – случайные величины, имеющие равномерное распределение в области $\{0 \le d \le 1\}$; $\{0 \le \theta \le 360°\}$, $x_щ$, $y_щ$ – координаты положения щупа.

Ранее [2] было установлено, что концентрационное поле в листе пористого материала описывается уравнением:

$$C(x, y, z) = \sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}\sum_{l=1}^{\infty} C_{mnl} \sin\frac{m\pi x}{a} \sin\frac{n\pi y}{b} \cos\frac{l\pi z}{H},$$

где $C_{mnl} = \dfrac{8\sum_{i=1}^{K} q_i \sin\dfrac{m\pi x_i}{a}\sin\dfrac{n\pi y_i}{b}}{[D]abH\pi^2\left(\dfrac{m^2}{a^2}+\dfrac{n^2}{b^2}+\dfrac{l^2}{H^2}\right)}$;

q_i – поток i-й течи с координатами x_i, y_i.

Так как сканирование пробоотборника происходит на фиксированной высоте, то нет необходимости учитывать зависимость концентрации от координаты z. Следовательно, в результате интегрирования функции концентрационного поля по z от 0 до H получается уравнение

$$C(x,y) = \int_0^H C(x,y,z)\,dz = \sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty} C_{mn}\cdot\sin\frac{m\pi x}{a}\cdot\sin\frac{n\pi y}{b},$$

где $C_{mn} = \dfrac{4\sum_{i=1}^{K} q_i \sin\dfrac{m\pi x_i}{a}\sin\dfrac{n\pi y_i}{b}}{[D]abH\pi^2\left(\dfrac{m^2}{a^2}+\dfrac{n^2}{b^2}\right)}$.

Поочередное усреднение по координатам y и x позволяет получить среднюю концентрацию в исследуемой точке

$$C_k = \sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty} C_{mn}\cdot\frac{\sin\dfrac{m\pi\Delta x}{a}}{\dfrac{m\pi\Delta x}{a}}\cdot\frac{\sin\dfrac{n\pi\Delta y}{b}}{\dfrac{n\pi\Delta y}{b}}\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b}\Delta y\Delta x.$$

Благодаря множителю

$$\frac{\sin\dfrac{m\pi\Delta x}{a}}{\dfrac{m\pi\Delta x}{a}}\cdot\frac{\sin\dfrac{n\pi\Delta y}{b}}{\dfrac{n\pi\Delta y}{b}}$$

происходит уменьшение доли вклада в сумму ряда для среднего значения членов с большим значением m, n, что позволяет уменьшить объем вычислений при нахождении C_k, не теряя при этом точности полученных результатов.

На рис. 2 показана зависимость концентрации на входе в пробоотборник от отношения расстояния R от течи до пробоотборника к радиусу усреднения. Зависимость позволяет установить влияние радиуса усреднения на чувствительность контроля. Результаты получены при формировании утечки в листе пористого материала в условиях орошения его граней газом, не содержащим пробный.

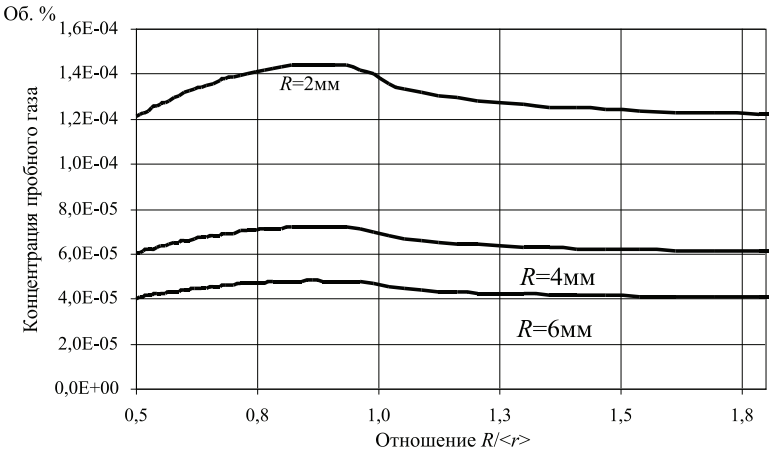


Рис. 2. Зависимость концентрации <C> = R/<r> на входе в пробоотборник (с орошением газом, не содержащим пробный газ)

Максимальная чувствительность испытания достигается при $R/<r> = 0{,}87$. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что с увеличением радиуса усреднения снижается точность определения положения двух течей в условиях наложения их концентрационных полей.

Результаты аналогичных исследований при условии формирования утечки в листе пористого материала с ограничивающей плоскостью показаны на рис. 3.

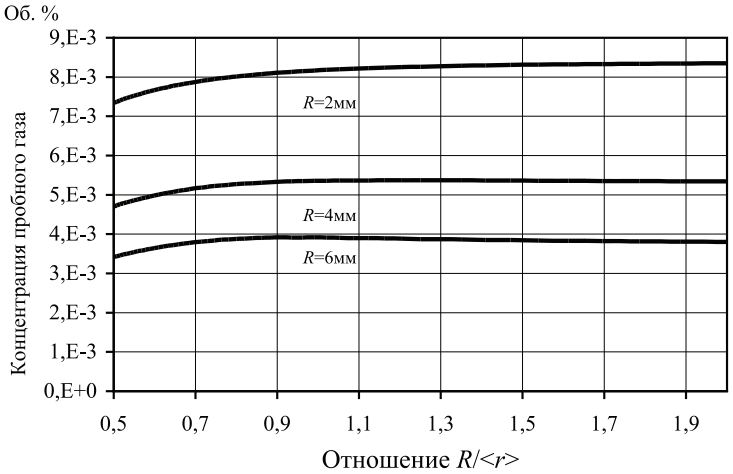


Рис. 3. Зависимость концентрации <C> = R/<r> на входе в пробоотборник (с ограничивающей плоскостью)

По результатам исследования установлено, что характер зависимости <C> = R/<r> не меняется в случае, когда область усреднения ограничена окружностью, расположенной в плоскости, параллельной контролируемой поверхности. Необходимость этих результатов вызвана моделированием процесса поиска течей в условиях отсутствия операций отбора и транспортировки анализируемой пробы из порового пространства [5]. В этом случае преобразование утечки происходит в результате контакта чувствительного элемента детектора с поверхностью пористого листа.

В заключение следует отметить, что исследованная зависимость влияния геометрических размеров области отбора на среднюю концентрацию пробного газа в ней показывает, что концентрация утечки в анализируемой пробе зависит от характерного размера <r> зоны усреднения при потоках больше 10^{-4} м^3·Па/с. Концентрация в зоне усреднения связана с конструктивными и технологическими параметрами средств отбора пробы и способами накопления утечки в среде с пористой структурой. Максимальная чувствительность достигается при R/<r> = 0,87.

Список литературы

1. Сажин С.Г., Мясников В. М. Классификация установок для локализации течей // Дефектоскопия. – 2009. – № 10. – С. 88–93.

2. Сажин С.Г., Мясников В.М. Определение координат мест негерметичности в сварных швах // Мир измерений. – 2007. – №11. – С. 47–49.

3. Сажин С.Г., Добротин С.А., Мясников В.М. Газоаналитический метод определения мест течи // В мире неразрушающего контроля. – 2009. – № 2. – С. 8–10.

4. Хейфец Л.И., Неймарк А.В. Многофазные процессы в пористых средах. – М.: Химия, 1982. – 320 с.

5. Пат. 101187 RU, МПК G 01 M 3/02. Устройство для локализации течей / Е.С. Костиков, В.М. Мясников, С.Г. Сажин. – Нижегородский государственный технический университет. – № 2010117112/28; Заявл. 29.04.2010; Опубл. 10.01.2011.

Рецензенты:

Никандров И.С., д.т.н., профессор кафедры «Автомобильный транспорт и механика» Дзержинского политехнического института НГТУ им. Р. Е. Алексеева, г. Дзержинск;

Луконин В.П., д.т.н., профессор кафедры «Автоматизация и информационные системы» Дзержинского политехнического института НГТУ им. Р. Е. Алексеева, генеральный директор ФГУП «НИИ полимеров им. академика В. А. Каргина», г. Дзержинск.

Работа поступила в редакцию 07.07.2011.

УДК 004.934.8’1

СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИКТОРОВ НА ОСНОВЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ, ВЕКТОРНОГО КВАНТОВАНИЯ И НОРМАЛИЗАЦИИ РАССТОЯНИЙ

Первушин Е.А.

ГОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского», Омск, e-mail: pervushin_evgen@mail.ru

Статья посвящена разработке системы идентификации дикторов. Во введении дается общее представление об основных элементах системы, а также подчеркивается актуальность задачи повышения точности распознавания. Далее определяются методы извлечения признаков, которые используются в данной работе. Предлагается к исследованию подход, при котором признаки речевого сигнала, полученные от разных алгоритмов, комбинируются для создания более точного представления. При этом происходит объединение множеств векторов без изменения размерностей самих векторов признаков. Далее описывается используемая модификация алгоритма векторного квантования, основанная на алгоритме K-средних. Разработанная модификация позволяет кластеризовать векторы переменной длины. Также в традиционную систему, основанную на вычислении расстояний, вводится дополнительный этап, заключающийся в нормализации расстояний, получаемых различными звуковыми фрагментами. Описывается серия экспериментов, моделирующих различные условия использования системы. Оценка точности производится с помощью взвешенной суммы процентов верных идентификаций в экспериментах с различными условиями. Результаты экспериментов показывают, что за счет объединения признаков и выбора способа нормирования степеней подобия точность идентификации повышена с 81,53 до 89,8 %.

Ключевые слова: идентификация дикторов, распознавание дикторов, извлечение признаков, векторное квантование, нормирование расстояния

SPEAKER IDENTIFICATION SYSTEM BASED ON FEATURE JOINING, VECTOR QUANTIZATION AND DISTANCE NORMALIZATION

Pervushin E.A.

Omsk state university of F.M. Dostoevsky, Omsk, e-mail: pervushin_evgen@mail.ru

This paper presents a text-independent speaker identification system. Recognition scheme is based on vector quantization. In this article we provide modification of this method that allows for clustering of variable length vectors. Also, we propose two approaches. In first approach, a number of algorithms is used for feature extraction. The sets of various features present a single model. This feature joining is intended for more informative presentation of signal. In second approach, methods of distance normalization are introduced. Methods transform distances into matching scores using distances to all models. Distances from various speech segments are normalized in such way. Finally, we describe closed-set speaker identification experiments. The experiments conducted with 50 speakers. Weighted sum of identification rate in various conditions is used as performance measure. We show how new approaches contribute to the overall system performance. The achieved performance is 89,8 % while baseline system performance is 81,53 %.

Keywords: speaker identification, speaker recognition, feature extraction, vector quantization, distance normalization

Задача идентификации дикторов заключается в определении по образцу записи голоса, кому из ранее зарегистрированных пользователей принадлежит данный образец. Данная задача решается с помощью совокупности методов, в работе которых могут быть выделены следующие этапы: обработка сигнала с целью выделения векторов признаков, создание модели диктора и определения метода сравнения между извлекаемыми признаками и моделями дикторов, а также методы принятия решения на основе полученных сравнений.

Основной целью исследований в области распознавания дикторов является создание алгоритмов, повышающих точность работы систем, сохраняя при этом приемлемые показатели по вычислительной трудоемкости. В данной работе исследуется несколько способов. Во-первых, исследуется возможность повышения точности за счет одновременного использования векторов признаков, полученных от разных алгоритмов обработки сигналов. Во-вторых, исследуются способы нормирования расстояний, используемых для принятия решения об идентификации.

Извлечение признаков

На этапе извлечения признаков речевой сигнал сегментируется на короткие участки и на каждом участке вычисляется набор признаков. В области распознавания дикторов наибольшую популярность приобрели кепстральные методы извлечения признаков: на основе линейного предсказания (LPCC) и мэл-частотные (MFCC) (см., например, [2, 5]). В проведенных экспериментах анализ проводился на участках размером 16 мс, перекрытие между окнами 8 мс. Для получения коэффициентов LPCC вычислялось по 20 коэффициентов линейного

предсказания, из которых генерировалось по 30 кепстральных коэффициентов. Также использовалось 32 коэффициента MFCC, вычисленных по значениям логарифмов энергий 48-ми подполос диапазона 0–5000 Гц.

Помимо описанных методов, в данной работе применялся также метод, основанный на выделении в речевом сигнале участков, соответствующих периодам основного тона. Такой подход был исследован в [1] и показал результаты, сравнимые по точности с коэффициентами MFCC.

В данной работе исследуется подход, при котором признаки речевого сигнала, полученные от разных алгоритмов, комбинируются для создания более точного представления. Для этого объединяются последовательности извлекаемых векторов. Размерность векторов признаков каждого алгоритма не меняется.

Создание модели диктора

В данной работе для получения модели диктора использовался метод векторного квантования с использованием алгоритма K-средних [4, 6] для кластеризации данных.

Пусть $\mathbf{v}_1, \ldots, \mathbf{v}_L$ – входная последовательность векторов. Начальные значения средних инициализируем векторами из исходной последовательности с индексами $\left\lfloor \frac{L}{K}(\frac{1}{2}+i) \right\rfloor$, $i = 0, \ldots, K-1$. В проведенных экспериментах было использовано значение $K = 96$ кластеров. Нахождение ближайших кластеров определим на основе евклидова расстояния в случае векторов фиксированной размерности. Использование векторов произвольной длины (как в случае с описанным выше методом на основе кадров периода основного тона) требует некоторой модификации алгоритма. Во-первых, при вычислении расстояния между двумя такими векторами вектор с большим количеством координат обрезается, а сумма усредняется по количеству слагаемых. Во-вторых, для вычисления среднего определим вычисление суммы следующим образом. Пусть $\mathbf{S}$ – вычисленная до данной итерации сумма n векторов (возможно, пока содержащая только один вектор), L_S – количество координат вектора $\mathbf{S}$, $\mathbf{v}$ – вектор, состоящий из L_v координат. Тогда вектор суммы $\mathbf{S} + \mathbf{v}$ будет содержать $L = \max(L_\mathbf{S}, L_\mathbf{v})$ координат, вычисленных по формуле

$$(\mathbf{S}+\mathbf{v})_i = \begin{cases} \mathbf{S}_i + \mathbf{v}_i, & 1 \le i \le \min(L_\mathbf{S}, L_\mathbf{v}), \\ \mathbf{S}_i \dfrac{n+1}{n}, & L_\mathbf{v} < i \le L, \\ \mathbf{v}_i(n+1), & L_\mathbf{S} < i \le L. \end{cases}$$

В случае, если речевой сигнал обрабатывается несколькими алгоритмами извлечения признаков, множество кластеров (кодовая книга) строится отдельно для каждой извлекаемой последовательности.

Классификация

Рассмотрим теперь процесс идентификации. Образец речевого сигнала обрабатывается и представляется с помощью последовательности векторов $\mathbf{v}_1, \ldots, \mathbf{v}_L$. От каждого вектора $\mathbf{v}_i$ вычисляются кратчайшие расстояния до шаблонов каждого диктора. Для этого используем евклидово расстояние, усредненное по количеству элементов. Обозначим через d_{ij} – расстояние от вектора i до шаблона j. Традиционный подход к классификации на основе векторного квантования или метода ближайшего соседа заключается в вычислении среднего по векторам расстояния до шаблонов [3].

Расстояния до конкретного шаблона, полученные от векторов, соответствующих различным звуковым фрагментам, могут существенно различаться. Заметим также, что при объединении векторов признаков из разных признаковых пространств процедура нормализации расстояний становится необходимой. Поэтому предлагается осуществлять процедуру нормализации расстояний. Нормализацию на уровне принятия решений можно сравнить с нормализацией, осуществляемой в задаче верификации, в которой вычисляются отношения степеней подобия предъявленного образца и заявленной идентичности к степени подобия с некоторым множеством референтных пользователей, называемым также когортой. В задаче идентификации нет необходимости отдельно хранить когортные модели, для фиксированного расстояния d_{ij} в качестве референтных выступают расстояния d_{ik}, $k \neq j$.

При использовании отношения между расстояниями удобно перейти к термину «степень подобия». Степень подобия тем выше, чем короче расстояние. Рассмотрим несколько способов вычисления степеней подобия. Каждый из них можно рассматривать как вектор-функцию, при данных значениях расстояний $(d_{i,1}, ..., d_{i,N})$ вычисляющую степени подобия $(s_{i,1}, ..., s_{i,N})$. Полученные для исходных векторов степени подобия затем суммируются для принятия итогового решения

$$C = \arg\max_{1 \le j \le N} \sum_{i=1}^{L} s_{i,j}.$$

Пусть найдены кратчайшие расстояния $(d_{i,1}, ..., d_{i,N})$ от вектора $\mathbf{v}_i$ до хранимых шаблонов. Для дальнейшего использования упорядочим расстояния по неубыванию:

$(d'_{i,1},\ldots,d'_{i,N})$, $d'_{i,j} \le d'_{i,j+1}$. Функцию вычисления степеней подобия зададим следующим образом

$$s_{i,j} = \begin{cases} \dfrac{d_c - d_{i,j}}{d_c - d'_{i,1}}, & d_{i,j} < d_c, \\ 0, & d_{i,j} \ge d_c. \end{cases} \qquad (1)$$

Здесь $d_c > d'_{i,1}$ – некоторое расстояние, используемое для нормирования. В проведенных экспериментах расстояние d_c выбиралось как элемент (координата) с определенным индексом или среднее по нескольким первым элементам вектора упорядоченных расстояний.

Следующий способ иногда называют схемой голосования. Пусть для вектора $\mathbf{v}_i$ идентифицируемой последовательности найдено k ближайших векторов среди хранимых шаблонов, k_{ij} – количество векторов среди найденных, принадлежащих шаблону j. Тогда положим $s_{ij} = k_{ij}/k$. Использованное в экспериментах значение k равно единице.

Проблема выбора наиболее подходящего метода и его параметров может быть решена при достаточном количестве доступных для обучения данных с помощью метода кросс-валидации. Настройка параметров на этапе принятия решения упрощается тем, что данный этап является заключительным в процессе идентификации.

Эксперименты и результаты

Эксперимент по оценке точности работы был проведен на речевой базе данных, содержащей образцы речи, записанные в офисных условиях. Частота дискретизации записей составляет 16 кГц. База содержит мужские и женские голоса. Использовались записи пятидесяти дикторов. Каждый из дикторов записал по две сессии, интервал между которыми составляет не менее суток. В каждую сессию была сделана запись на два разных микрофона (электретный и динамический).

Для того чтобы смоделировать различные условия применения системы, было поставлено несколько экспериментов, результаты которых для целей сравнения и определения наиболее результативных параметров были объединены во взвешенную сумму.

В первой части экспериментов для обучения моделей и для попыток идентификации использовалась короткая фиксированная фраза, одинаковая для всех дикторов. Продолжительность произнесения фразы 3–5 с.

Во второй части экспериментов в качестве материала для произнесения каждому пользователю предоставлялись различные для каждой сессии тексты. Для обучения моделей использовалось по 40 с речи. Для попыток идентификации первые 40 с записи второй сессии разбивались на четыре десятисекундных сегмента. Обе записи получены с использованием одного микрофона.

Последняя часть экспериментов повторяет схему второй части за исключением того, что используемый для регистрации материал записан с использованием другого микрофона.

В каждом эксперименте для регистрации пользователей в системе использовались записи первой сессии, записи второй сессии использовались для проведения тестовых оценок. Для исследования влияния количества зарегистрированных пользователей эксперименты проводились по группам с количеством пользователей, равным 10, 25 и 50 для каждой из описанных частей экспериментов. Для объединения результатов было решено назначать весовые коэффициенты в зависимости от количества зарегистрированных пользователей: $w_1 = 1$ в экспериментах по идентификации среди десяти пользователей, $w_2 = 2$ – среди двадцати пяти пользователей и $w_3 = 3$ – среди пятидесяти пользователей. Используемые значения весовых коэффициентов нормируются так, что их сумма равна единице.

Результаты экспериментов приведены в таблице. Эксперименты проведены для методов извлечения признаков LPCC (L), MFCC (M), кадров основного тона (F), а также их попарных объединений. Указаны взвешенные по всем экспериментам проценты верных идентификаций, а также результаты отдельных экспериментов для пятидесяти дикторов из второй и третьей частей экспериментов. Приведены несколько функций вычисления степеней подобия:

- F_1 – традиционный способ, расстояния суммируются;
- F_2 – схема голосования;
- F_3 – вычисляется степень подобия по формуле (1), в которой положено $d_c = d'_{\lfloor 0{,}2N \rfloor}$.

В качестве исходной точки для сравнения следует рассматривать результаты, соответствующие признакам LPCC или MFCC с использованием функции F_1. Результаты экспериментов показывают, что точность идентификации может быть повышена как за счет объединения признаков, так и за счет выбора способа нормирования степеней подобия.

Результаты экспериментов по идентификации дикторов

Признаки	Взвешенный процент по всем экспериментам			Отдельные эксперименты					
				совпадающие условия, 50 дикторов			несовпадающие условия, 50 дикторов		
	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3
L	80,69	83,72	84,08	90,5	89,5	92,5	56,0	57,0	61,5
M	81,53	86,86	87,28	**94,0**	92,5	93,0	56,0	62,5	69,5
F	76,69	73,75	75,94	88,0	83,0	84,5	51,0	38,0	44,0
L + M	**84,33**	**89,33**	89,44	**94,0**	**95,5**	94,5	**58,5**	**65,5**	**73,5**
L + F	76,36	87,08	**89,8**	88,0	93,0	**96,0**	51,0	62,0	72,0
M + F	76,36	86,25	88,58	88,0	90,5	91,5	51,0	61,0	71,5

Заключение

Проведенные в данной работе исследования выявили несколько способов повышения точности систем распознавания. Первый из них заключается в объединении последовательностей векторов признаков, полученных от разных алгоритмов извлечения признаков.

В процессе работы над системой распознавания была создана модификация алгоритма K-средних, позволяющая кластеризовать векторы переменной длины.

Рассмотренные способы нормализации степеней подобия, получаемых векторами различных участков речевого сигнала, также позволяют увеличить точность идентификации. Рассмотренная функция кусочно-линейна, в качестве дальнейшего направления работы могут быть проведены исследования, использующие более широкий класс функций.

Список литературы

1. Первушин Е.А. Извлечение признаков во временной области в системе распознавания дикторов // Информационные технологии и автоматизация управления: материалы III научно-практической конференции. – 2011. – С. 265–267.

2. Kinnunen T., Spectral features for automatic text-independent speaker recognition. – Licentiate thesis, Department of Computer Science, University of Joensuu, Joensuu, Finland. – 2003.

3. MacQueen J. Some methods for classification and analysis of multivariate observations // In Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability (University of California, 1967). – Vol. I. – P. 281–297.

4. Gill M.K., Kaur R., Kaur J. Vector Quantization based Speaker Identification // International Journal of Computer Applications. – 2010. – Vol.4, № 2.

5. Kinnunen T. Spectral features for automatic text-independent speaker recognition. Licentiate thesis, Department of Computer Science, University of Joensuu, Joensuu, Finland. – 2003.

6. MacQueen J. Some methods for classification and analysis of multivariate observations // Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability (University of California, 1967). – Vol. I. – P. 281–297.

Рецензенты:

Гуц А.К., д.ф.-м.н., профессор, декан факультета компьютерных наук Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, г. Омск;

Горлов С.И., д.ф.-м.н., профессор, ректор Нижневартовского государственного гуманитарного университета, г. Нижневартовск;

Захарченко В.Д., д.т.н., профессор, профессор кафедры радиофизики Волгоградского государственного университета, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 11.07.2011.

УДК 630×36

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНОЙ РАМЫ КАБИНЫ КОЛЕСНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

Питухин А.В., Скобцов И.Г., Хвоин Д.А.

ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск, e-mail: iskobtsov@mail.ru

В статье изложена методика проведения и результаты экспериментальных исследований модели устройства защиты кабины колесного трелевочного трактора Онежского тракторного завода. Опытным путем проведена оценка напряженно-деформированного состояния защитной рамы, определена величина поглощенной энергии деформирования. Построены доверительные интервалы для математического ожидания и среднеквадратического отклонения поглощенной энергии.

Ключевые слова: колесный трелевочный трактор, устройство защиты при опрокидывании, экспериментальные исследования

THE EXPERIMENTAL ESTIMATION OF WHEELED SKIDDER'S PROTECTIVE FRAME EFFICIENCY

Pitukhin A.V., Skobtsov I.G., Khvoin D.A.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: iskobtsov@mail.ru

This paper contains the methodology and results of the experimental research of the model of wheeled skidder's roll-over protective structure, that was made at Onego Tractor Plant. The estimation of protective frame's deflected mode was done by test way, the quantity of strain energy was calculated. Confidence intervals for mathematical expectation and standard deviation were determined.

Keywords: wheeled skidder, roll-over protective structure, experimental research

Повышение энергонасыщенности лесных машин, увеличение рабочих скоростей выполнения технологических и транспортных операций влекут за собой интенсификацию труда оператора, работа которого сопровождается не только воздействием вибрации, шума, вредных примесей в воздухе, сильного мышечного и нервно-эмоционального напряжения, но и риском нанесения повреждений в случае опрокидывания управляемой им машины или падения на ее кабину спиленного дерева. С целью снижения риска нанесения повреждений оператору в подобных случаях, кабины лесозаготовительных машин оборудуются так называемыми устройствами защиты при опрокидывании (ROPS – Roll-over protective structures). Экспериментальная оценка эффективности такого устройства позволит на стадии проектирования определить соответствие ROPS нормативным требованиям безопасности [1].

Задачами данного исследования являлись построение зависимости «усилие – деформация» и определение энергии, поглощаемой устройством защиты при боковом нагружении. Действующие ГОСТы, регламентирующие порядок оценки защитных свойств ROPS [2–5], допускают проведение статических лабораторных испытаний. Испытания проводят на стендах при боковом и вертикальном нагружении, при этом деформация ROPS не должна допускать проникания своих элементов в объем ограничения деформации (DLV – deflection-limiting volume). Согласно [5], DLV – это фигура с прямоугольными очертаниями, по размерам приблизительно соответствующая антропометрическим данным оператора по ГОСТ Р ИСО 3411 (мужчина высокого роста в положении сидя в обычной рабочей одежде и защитном шлеме) и определяющая предельно допустимую деформацию Δ_{DLV}. Объектом испытаний являлся макетный образец защитного каркаса кабины колесного трелевочного трактора ТЛК 4-01 производства Онежского тракторного завода. Модель испытуемого защитного каркаса, совмещенная с DLV, представлена на рис. 1.

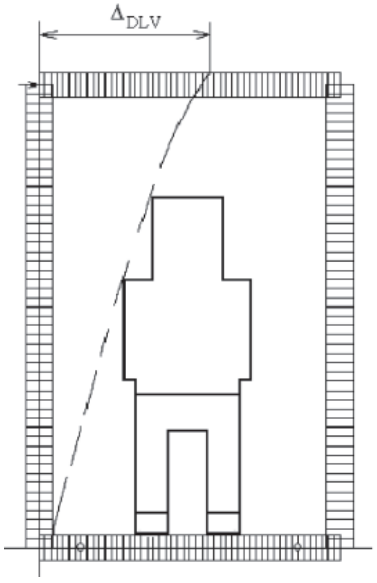


Рис. 1. Модель защитного каркаса и DLV

Испытания проводились по программе-методике [6], разработанной на Лесоинженерном факультете Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ). Изготовление макетных образцов защитного каркаса (выполнялись в уменьшенном масштабе М 1:4), а также приспособлений для их установки на стенде производилось в лаборатории сварки и лаборатории станков кафедры технологии металлов и ремонта ПетрГУ. Нагружения макетных образцов производились в лаборатории механики ПетрГУ. В перерывах между нагружениями не допускался какой-либо ремонт или правка деформированных деталей объекта испытаний. Макетный образец устройства защиты устанавливался на стенде с помощью специального приспособления, жесткость которого в вертикальной плоскости значительно превышала жесткость макета защитного устройства. Характеристики «деформация – усилие» определялись приложением боковой нагрузки к верхнему продольному элементу защитной рамы. В качестве испытательного стенда использовалась разрывная машина Р-5 (служит для определения механических свойств материалов, а также для испытаний деталей, сборочных единиц и изделий путём повреждения или разрушения), позволявшая регистрировать следующие параметры:

– усилие, прикладываемое к устройству защиты;

– линейные деформации в точке приложения нагрузки.

Нагрузка F при боковом нагружении прикладывается к верхнему продольному элементу макета защитного устройства и увеличивается до достижения предельного значения $F_{пр}$. Предельная нагрузка определяется по условию достижения каким либо элементом объекта испытаний или элементом крепления объекта испытаний предельного состояния, т.е. разрушения. Таким образом, имитируется процесс постепенного деформирования защитной рамы и элементов крепления при нагружении. При незначительной скорости приложения нагрузки деформацию устройства защиты при опрокидывании можно рассматривать как статическую. Значения усилий F и деформации Δ в точке приложения нагрузки регистрируются и наносятся на соответствующий график по мере увеличения деформации. Нагрузка на устройство защиты должна быть непрерывной. Полученная площадь под результирующей кривой «усилие – деформация» (диаграммой деформирования) равна поглощенной энергии (рис. 2). Площадь заштрихованной фигуры соответствует энергии U_{DLV}, поглощенной конструкцией до достижения предельно допустимой деформации Δ_{DLV}. При расчете значений энергии используются фактические значения деформации по линии действия прилагаемого усилия.

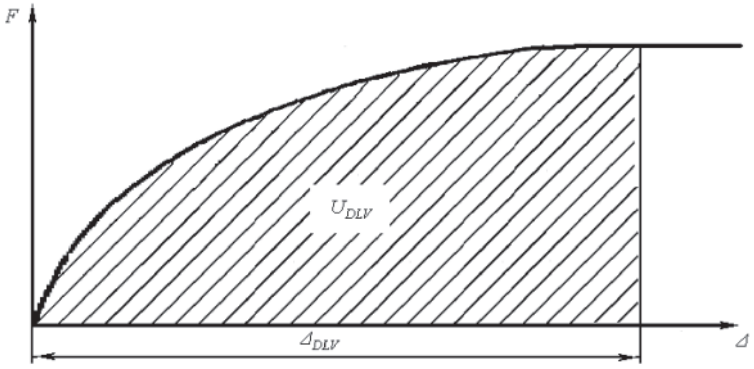


Рис. 2. Диаграмма деформирования

Обоснование числа опытов n. В основу определения числа опытов было положено стремление уменьшить суммарную случайную ошибку исходя из допущения о нормальности ее распределения. Поскольку среднеквадратическое отклонение неизвестно, следует воспользоваться квантилем распределения Стьюдента. Тогда из теории планирования эксперимента необходимое число измерений [7] составит:

$$n = \left(\frac{t_{(1-p)/2}(k)}{\varepsilon} \right)^2,$$

где $t_{(1-p)/2}(k)$ – квантиль распределения Стьюдента; p – доверительная вероятность, p = 0,95; k – число степеней свободы, $k = n - 1$; ε – относительная погрешность.

В данном случае, поскольку квантиль распределения Стьюдента зависит от числа степеней свободы, расчет проводится методом последовательных приближений. Так, в первой итерации задавая k = 10; ε = 0,65; $t_{(1-p)/2}(10)$ = 2,23 [8], получим:

$$n_1 = \left(\frac{2{,}23}{0{,}65} \right)^2 = 11{,}2 \approx 12.$$

Во второй итерации, задавая $k = n_1 - 1 = 11$; $\varepsilon = 0{,}65$; $t_{(1-p)/2}(11) = 2{,}20$:

$$n_2 = \left(\frac{2{,}20}{0{,}65}\right)^2 = 11{,}5 \approx 12.$$

Поскольку полученные значения в первой и второй итерациях практически совпадают, принимаем $n = 12$.

Нормальный закон распределения определяется двумя параметрами: математическим ожиданием m_U и среднеквадратическим отклонением σ_U. Число измерений n всегда ограничено, и поэтому найти истинные значения этих параметров не представляется возможным. В этом случае используем оценки:

– выборочная средняя (оценка математического ожидания) поглощенной энергии

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_i}{n},$$

где U_i – результат i-го опыта;

– оценка дисперсии поглощенной энергии

$$S_U^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(U_i - \bar{U})^2;$$

– оценка среднеквадратического отклонения поглощенной энергии

$$S_U = \sqrt{S_U^2}.$$

По полученным оценкам определим границы доверительных интервалов для математического ожидания

$$\bar{U} - t_{(1-p)/2}(\alpha, k)\cdot\frac{S_U}{\sqrt{n}} < m_U < \bar{U} + t_{(1-p)/2}(\alpha, k)\cdot\frac{S_U}{\sqrt{n}}$$

и среднеквадратического отклонения поглощенной энергии

$$\sqrt{\frac{(n-1)\cdot S_U^2}{\chi^2_{(1+p)/2}}} < \sigma_U < \sqrt{\frac{(n-1)\cdot S_U^2}{\chi^2_{(1-p)/2}}}.$$

Здесь $\chi^2_{(1+p)/2}$, $\chi^2_{(1-p)/2}$ – квантили распределения Пирсона.

Опытные данные, а также результаты их обработки представлены в таблице.

Результаты экспериментальных исследований энергии деформирования, Дж

№ п/п	U_i	$\bar{U}$	Границы доверительного интервала для m_U	S_U	Границы доверительного интервала для σ_U	$U_{ст}$
1	20687	20150	Верхняя граница, ($t_{(1-p)/2} = 2{,}20$) 2278	1193	Верхняя граница, (= 3.82) 7013	19890
2	27064					
3	26405					
4	25739					
5	18890					
6	19127					
7	19784		Нижняя граница, ($t_{(1-p)/2} = 2{,}20$) 1753		Нижняя граница, (= 21.9) 2929	
8	16963					
9	16594					
10	15690					
11	19634					
12	15283					

Примечание. *$U_{ст}$ –значение энергии деформирования, рекомендованное стандартом [2].

Вывод: экспериментальным путем определена величина потенциальной энергии деформирования защитного каркаса кабины трелевочного трактора. Определены доверительные интервалы для математического ожидания и среднеквадратического отклонения поглощенной энергии. Полученные значения удовлетворяют требованиям действующих стандартов.

Список литературы

1. Машины лесозаготовительные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Требования безопасности: ГОСТ Р 51863–2002.

2. Машины лесозаготовительные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Устройство защиты при опрокидывании. Требования безопасности и методы испытаний: ГОСТ Р ИСО 8082–99.

3. Машины лесозаготовительные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Устройство защиты от падающих предметов. Требования безопасности и методы испытаний: ГОСТ Р ИСО 8083–99.

4. Машины лесозаготовительные, тракторы лесопромышленные и лесохозяйственные. Устройство защиты оператора. Требования безопасности и методы испытаний: ГОСТ Р ИСО 8084–99.

5. Машины землеройные. Защитные устройства. Характеристика объема ограничения деформации при лабораторных испытаниях: ГОСТ Р ИСО 3164–99.

6. Питухин А.В. Программа-методика проведения испытаний макетного образца защитной рамы кабины колесного трелевочного трактора / А.В. Питухин, И.Г. Скобцов, Д.А. Хвоин // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. – Вып. 8. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ,2010. – С. 117–119.

7. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 208 с.

8. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. для вузов. – 9-е изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

Рецензенты:

Патякин В.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой технологии лесозаготовительных производств ГОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург;

Заика Ю.В., д.ф.-м.н., профессор, зав. лабораторией моделирования природно-технических систем Института прикладных математических исследований Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 02.06.2011.

УДК 656.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Припадчев А.Д.

ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: aleksejj-pripadchev@rambler.ru

В статье рассмотрены отдельные множества параметров, входящие в структуру математической модели процесса пассажирских перевозок гражданской авиации РФ. Проведено обоснование и сформулирован метод определения необходимого типа воздушного судна для конкретного маршрута из имеющегося множества при моделировании структуры парка воздушных судов. Метод основан на разработанном алгоритме с применением метода линейного масштабирования. Техническое описание процесса пассажирских перевозок представляет собой определенную закономерность. При формировании математической модели возможно использование различных методов исследования.

Ключевые слова: воздушное судно, параметрический ряд, линейное масштабирование, экономическая эффективность

MODELING OF FLYING STOCK ON THE BASIS OF FLIGHT PERFORMANCES AND EXPLOITATIONS REGIMES ONES

Pripadchev A.D.

Orenburg state university, Orenburg, e-mail: aleksejj-pripadchev@rambler.ru

Parameters separate sets included in mathematical model structure process transportations in civil aviation in Russian Federation are examined in the article. Basis and method for determination of needful aircraft type for a concrete route from the available ones when flying stock structure modeling are carried out. The method is based on the developed algorithm using the linear scaling method. The technological description of the passenger traffic process has certain laws. While constructing a mathematical model antipodal research methods can be used such.

Keywords: aircraft, parametric a number, linear scaling, economic effectiveness

В настоящее время авиапредприятия остро нуждаются в современных воздушных судах (ВС). Устаревший парк и новые требования к летно-техническим характеристикам являются основанием для моделирования структуры необходимого парка ВС с использованием методов системного анализа и линейного масштабирования.

Задача заключается в том, чтобы определить необходимое количество ВС, обеспечивающих выполнение объемов пассажирских перевозок в установленные сроки, а также экономически выгодный тип ВС для каждого маршрута. Решение ее даст ответ на вопросы: какой тип ВС экономически эффективен на конкретном маршруте в процессе пассажирских перевозок (под ним понимается транспортировка пассажиров, выполняемая авиапредприятием на ВС за установленную плату в соответствии с условиями договора), а также сколько необходимо ВС для перевозки пассажиров на конкретном маршруте.

Сущность и особенность предлагаемого метода определения структуры необходимого парка ВС на основе критерия производственных расходов ВС заключается в следующем.

Методологическая и программная реализация модели позволяет определить необходимую структуру парка ВС при перевозке из определенного пункта A пассажиров по n маршрутам. Методология учитывает построение модели, учитывающей закономерности влияния летно-технических характеристик и характеристик режимов эксплуатации на эффективность ВС. Структура математической модели процесса пассажирских перевозок содержит формирование отдельных характеристик ВС с учетом требований по обеспечению эффективности их эксплуатации. Выделяем отдельно:

1. Модель режимных характеристик (РХ) воздушного сообщения – скорость, высота, дальность [1].

2. Модель конструктивно-геометрических характеристик (КГХ) – удлинение (фюзеляжа, крыла), относительная толщина крыла, удельное давление на крыло [2].

3. Модель массовых характеристик (МХ) – взлетная масса и все компоненты [3].

4. Модель энергетических характеристик (ЭХ) – расход топлива, тяга двигателя, удельный вес двигателя, диаметр двигателя [4].

5. Модель технологических характеристик (ТХ) – параметр оценки воздушной линии (годовая продукция воздушной линии и годовые расходы), параметр оценки пассажирского ВС (Y – расходы на одну тонну-километра) (рис. 1) [5].

Задача формирования структуры необходимого парка ВС авиапредприятия в по-

становке, когда требуется минимизировать производственные расходы для максимизации экономической эффективности ВС (под экономической эффективностью ВС понимаем результативность эксплуатации ВС, выражающуюся в отношении полезных конечных результатов его функционирования к затраченным ресурсам) в процессе пассажирских перевозок, которая обеспечивает выполнение заданного плана воздушных перевозок

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

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

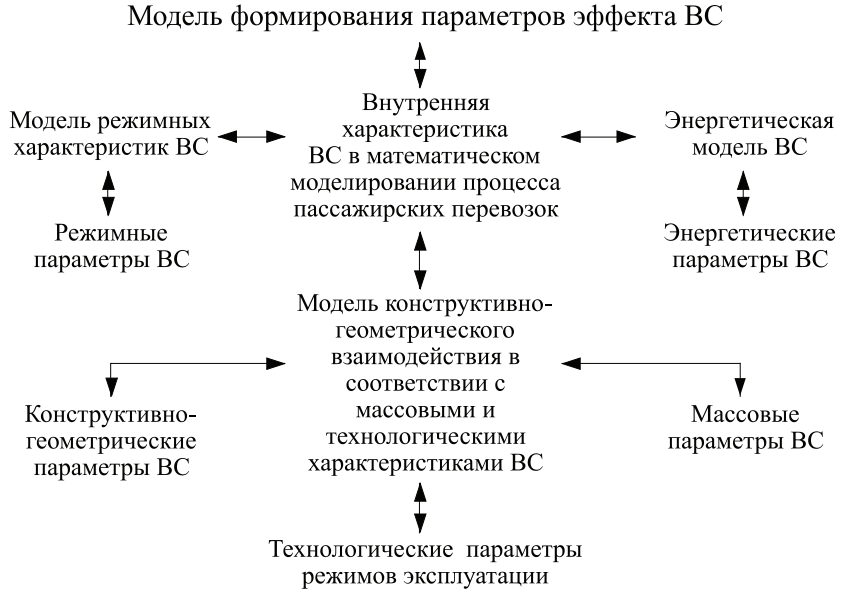


Рис. 1. Структура математической модели процесса пассажирских перевозок ГА

Ограничениями выступают КГХ, МХ, ЭХ:

$$X_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} 0,71 \le V_{ij} \le 0,9;\ 9,5 \le H_{ij} \le 14;\ 630 \le L_{ij} \le 10308. \\ 1,7 \le \lambda_{\text{кр}j} \le 2,5;\ 0,4 \le \bar{c}_j \le 0,9;\ 0,3 \le y_{\text{ср}j}(x,z) \le 1,1;\ 825 \le W_j \le 2200;\ 37,1 \le l_{\text{ф}j} \le 58,8; \\ 2,9 \le d_{\text{ф}j} \le 5,64;\ 3,5 \le S_{\text{мф}j} \le 14,13;\ 6 \le \lambda_{\text{ф}j} \le 12,8;\ 1,2 \le \lambda_{\text{нч}j} \le 2,5;\ 2 \le \lambda_{\text{хв.ч}j} \le 4;\ 0,4 \le A_{\text{го}j} \le 0,55; \\ 0,04 \le A_{\text{во}j} \le 0,12. \\ 45 \le m_{0ij} \le 240. \\ 2,2 \le C_{\text{час}j} \le 8;\ 0,1 \le \gamma_{\text{дв}j} \le 0,19;\ 963 \le D_j \le 1900. \end{array} \right\}$$

Переменными выступают ТХ:

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

Максимальная выручка за период в авиапредприятии $\vartheta_{ij}^{\text{пл}}$ зависит от эксплуатации j-го типа ВС на i-м маршруте с минимальными производственными расходами

$$c_{\text{пр}ij}^{*} = \arg\min_{\{x_{ij}\}} \sum_{j=1}^{mn} c_{\text{пр}ij} X_{ij} = c_{\text{пр}ij}^{*\text{пл}}\left(\vartheta_{ij}^{\text{пл}}\right) \quad (2)$$

Поэтому необходимая структура парка ВС в авиапредприятии зависит от экономической эффективности j-го типа ВС на i-м маршруте. Для того чтобы эта зависимость была однозначной, будем полагать, что выручка за период в авиапредприятии может меняться при сохранении структуры перевозок, задаваемой отношениями:

$$\frac{\vartheta_{ij}^{\text{пл}}}{\vartheta_{ij+1}^{\text{пл}}} = I_{\text{э}ij};\ \ i = \overline{1,n},\ \ j = \overline{1,m}. \qquad (3)$$

Из этого многообразия характеристик выделяем одну величину, внутреннюю характеристику системы, которая в полном объеме раскрывает множество характерных отличительных параметров ВС во взаимосвязи в процессе эксплуатации ВС. На основании выведенных взаимосвязей формируется комплекс параметров

эффекта ВС – производственные расходы ($c_{прij}$), в т.ч. часовой расход топлива ($C_{час}$), производительность ВС (A_{ij}), интенсивность движения на линии (N), которые устанавливают взаимосвязь с внутренней характеристикой системы – индексом эффективностью ВС ($I_э$) (рис. 2). Внутренняя характеристика системы – это величина, раскрывающая множество характерных отличительных параметров ВС, действующих во взаимосвязи в процессе пассажирских перевозок.

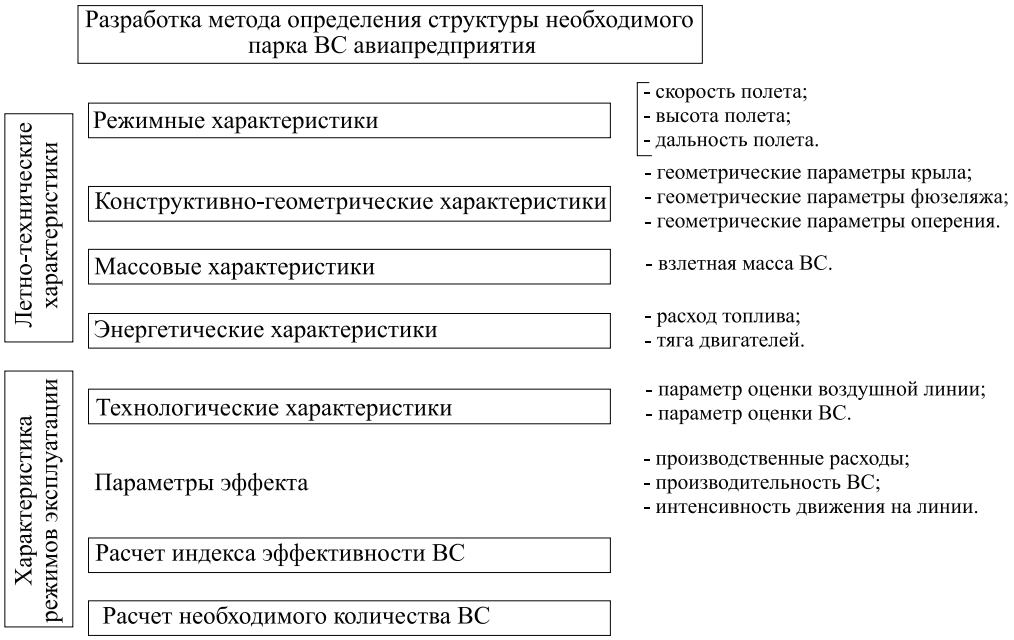


Рис. 2. Структурная схема первого метода

Базовым, основным показателем эффективности ВС является индекс эффективности ВС. Индекс эффективности ВС представляется необходимым с технологической точки зрения – как удобная величина при ее использовании в процессе формирования необходимой структуры парка ВС авиапредприятия. Индекс эффективности ВС является линейной функцией пяти характеристик, рассчитывается по формуле

$$I_э = RD + CGD + MD + ED + TD, \quad (4)$$

где RD – режимные характеристики, вычисляем по формуле

$$RD = k_{весi} \cdot \overline{M} + k_{весi} \cdot \overline{H}, \quad (5)$$

где $k_{весi}$ – весовой коэффициент, закрепленный за i-м параметром; $\overline{M}$ – скорость полета в относительных единицах; $\overline{H}$ – высота полета в относительных единицах; CGD – конструктивно-геометрические характеристики, вычисляем по формуле

$$CGD = k_{весi} \cdot \overline{l_{кр}} + k_{весi} \cdot \overline{l_ф} + k_{весi} \cdot \overline{d_ф} + k_{весi} \cdot \overline{\lambda_ф} + k_{весi} \cdot \overline{\lambda_{нч}}, \quad (6)$$

где $\overline{l_{кр}}$ – длина крыла в относительных единицах; $\overline{l_ф}$ – длина фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{d_ф}$ – диаметр фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{\lambda_ф}$ – удлинение фюзеляжа в относительных единицах; $\overline{\lambda_{нч}}$ – удлинение носовой части в относительных единицах; MD – массовые характеристики, вычисляем по формуле

$$MD = k_{весi} \cdot \overline{m_0} + k_{весi} \cdot \overline{m_{пн}}, \quad (7)$$

где $\overline{m_0}$ – нормальная взлетная масса ВС в относительных единицах; $\overline{m_{пн}}$ – масса полезной нагрузки ВС в относительных единицах; ED – энергетические характеристики, вычисляем по формуле

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

где $\overline{C_{час}}$ – часовой расход топлива в относительных единицах; $\overline{m}$ – степень двухконтурности двигателя в относительных единицах; $\gamma_{дв}$ – удельный вес двигателя в относительных единицах; $\overline{D}$ – максимальный диаметр двигателя в относительных единицах; TD – технологические характеристики, вычисляем по формуле

$$TD = k_{весi} \cdot \overline{a_{пр}} + k_{весi} \cdot \overline{Ц} + k_{весi} \cdot \overline{Y}, \quad (9)$$

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

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

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

Масштабированное значение вычисляем по формуле

$$x_i^{\text{м}} = \left(x_i - x_{\min}\right) \Big/ \left(x_{\max} - x_{\min}\right), \quad (10)$$

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

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

Параметры эффекта, выделенные для процесса пассажирских перевозок, вычисляем:

1. Производственные расходы на один рейс на i-м маршруте ВС j-го типа вычисляем по формуле

$$c_{\text{пр}ij} = a_{ij} + a_{\text{кап.вл}j}, \quad (11)$$

где a_{ij} – себестоимость перевозок; $a_{\text{кап.вл}j}$ – капиталовложения.

2. Производительность на i-м маршруте ВС j-го типа вычисляем по формуле

$$A_{ij} = m_{\text{ком}j} \Big/ t_{ij}, \quad (12)$$

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

3. Интенсивность движения на линии вычисляем по формуле

$$N = 100\left(1 - \left(\frac{1}{c_\Delta}\right)\sqrt{\left(\frac{1}{n} - 1\right)\sum_{i=1}^{n}\left(c - c_i\right)^2}\right), \quad (13)$$

где n – количество отобранных ВС; c_i – количество контрольных ВС в i-серии; c_Δ – среднеарифметическое значение контрольного ВС.

Необходимое количество ВС в парке авиапредприятия определяем из условия, что пассажирские перевозки осуществлены в полном объеме и в установленные сроки. Количество ВС ($n_{\text{н}}$), необходимое авиапредприятию для выполнения пассажирских перевозок за период, вычисляем по формуле

$$n_{\text{н}} = Q_{ij} \Big/ \left(A_{ij} \cdot T_{ij}\right), \quad (14)$$

где Q_{ij} – объем выполняемых работ за период; T_{ij} – налет часов за период; A_{ij} – производительность ВС.

Результат определения структуры необходимого парка ВС для ФГУП «Оренбургские авиалинии» вышеуказанным методом представлен в таблице.

Необходимый парк ВС ФГУП «Оренбургские авиалинии»

Маршрут	Фактические ВС	Рекомендуемые ВС	Необходимое количество ВС
Оренбург-Москва-Оренбург	Б-737 Ту-154 Ту-134	Б-737	2,4 (2)
Оренбург-Санкт-Петербург-Оренбург	Б-737 Ту-134	Б-737	0,7 (1)
Оренбург-Сочи-Оренбург	Б-737	Б-737	0,5 (1)
Оренбург-Анапа-Оренбург	Ту-134	Ту-134	0,7 (1)
Оренбург-Дюссельдорф-Оренбург	Б-737	Б-737 (Ту-134)	0,3 (0)
Оренбург-Душанбе-Оренбург	Б-737 Ту-154	Ту-134	1,6 (2)
Оренбург-Худжанд-Оренбург	Б-737 Ту-154	Ту-154	0,5 (1)
Всего		6,8 (8)	

Все вышеизложенное позволяет выделить следующие отличительные особенности рассмотренного метода, реализация которого предоставляет новые возможности при решении задачи по эксплуатации парка ВС авиапредприятий.

1. Главная особенность состоит в том, что структура математической модели (рис.1) соответствует реальному процессу пассажирских перевозок, в которой основополагающими характеристиками выступают РХ, КГХ, МХ, ЭХ и ТХ. Это означает, что для их раскрытия в полном объеме во взаимосвязи в процессе пассажирских перевозок необходимо выделить одну характеристику – индекс эффективности ВС;

2. Целевая функция (1) и выражение (4) позволяют определить индекс эффективности ВС, т.к. он является показателем наилучшего типа ВС из имеющихся на маршруте;

3. Выражение (14) позволяет сформировать необходимый парк ВС авиапредприятий из эффективных типов ВС.

Результаты работы по определению необходимой структуры парка ВС авиапредприятия отражены в научно-методических рекомендациях, утвержденных к применению Приволжским межрегиональным территориальным управлением воздушного транспорта, ФГУП «Оренбургские авиалинии», ОАО «ВПК «НПО машиностроение», КБ «Орион» [6].

Список литературы

1. Припадчев, А.Д. Летно–технические показатели воздушных судов и условия сопоставимости при экономической оценке: свидетельство о регистрации программного средства. Регистрационный номер: 504. Зарегистрировано в УФАП 07 июля 2009 г. / А.Д. Припадчев, Н.З. Султанов, А.В. Чеховский. – Оренбург: ГОУ ОГУ УФАП, 2009. – 2 с.

2. Припадчев, А.Д. Программа для расчета конструктивно–геометрических параметров ЛА. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010611603. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 февраля 2010 г./ А.Д. Припадчев, А.В. Чеховский. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010. – 1 с.

3. Припадчев, А.Д. Программа для расчета массовых характеристик воздушного судна. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010613830. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 10 июня 2010 г. / А.Д. Припадчев. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010. – 1 с.

4. Припадчев, А.Д. Программа для исследования параметров силовой установки ЛА. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010611604. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 февраля 2010 г. / А.Д. Припадчев, А.В. Чеховский. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010. – 1 с.

5. Припадчев, А.Д. Программа для расчета технико–экономической оценки воздушных судов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010611241. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 февраля 2010 г. / А.Д. Припадчев, Н.З. Султанов, А.В. Чеховский. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010. – 1 с.

6. Припадчев, А.Д. Определение оптимального парка воздушных судов: моногр. / А.Д. Припадчев. – М.: Академия Естествознания, 2009. – 246 с.

Рецензенты:

Султанов Н.З., д.т.н., профессор, зав. кафедрой систем автоматизации производства Аэрокосмического института ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Межуева Л.В., д.т.н., доцент, начальник патентного отдела ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 06.07.2011.

УДК 621.436-224.2.001.5 : 539.4 : 621.43.016.4 : 539.319

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Прыгунов М.П.

ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет», Владимир, e-mail: prygunov33@yandex.ru

В данной работе был проведён статистический анализ конструктивных размеров головок цилиндров дизелей с воздушным охлаждением, выпускаемых в России и за рубежом. Обработка проводилась для головок цилиндров 19 двигателей. Для удобства анализа конструктивных размеров головок цилиндров независимо от размеров последних были введены безразмерные величины – относительные размеры, равные отношению основных размеров головок цилиндров к диаметру цилиндра двигателя D. По результатам математического анализа выборки, построены кривые плотности вероятности нормального распределения относительных размеров. В результате выполненной работы найдены функции распределения параметров головок цилиндров как случайных величин. Полученные данные позволяют определить в первом приближении основные размеры головок цилиндров на стадии проектирования двигателя и сопоставить разрабатываемую конструкцию с существующими аналогами.

Ключевые слова: головка цилиндра, теплонапряженность

THE ANALYSIS OF DESIGN DATA OF CYLINDERS HEADS OF DIESEL ENGINES WITH AIR COOLING

Prygunov M.P.

Vladimir State University, Vladimir, e-mail: prygunov33@yandex.ru

In this work was carried out statistical analysis of the structural size of cylinder heads of diesel engines with air cooling, produced in Russia and abroad. Processing was carried out for cylinder heads 19 engines. For convenience of handling the structural size of cylinder heads, regardless of the size of the latter were introduced dimensionless quantities – the relative sizes equal to the relation of the basic sizes of the cylinder head to the diameter of the cylinder of the engine D. On the results of mathematical analysis of the sample constructed curves of the probability density of the normal distribution of the relative sizes. As a result of the work performed found the functions of the distribution of parameters of cylinder heads as random variables. The data obtained allow to determine in the first approximation, the main dimensions of the cylinder heads on the stage of the design of the engine and compare the development of the design with the existing analogues.

Keywords: cylinder head, thermal stress

Головка цилиндра – одна из самых сложных в конструктивном отношении и наиболее нагруженных деталей дизеля. Во время работы двигателя на головку одновременно действуют температурные и механические напряжения. Температура огневого днища головки со стороны камеры сгорания может превышать 300 ºС, кроме того, огневое днище имеет неравномерное распределение температур по радиусу и толщине. Одним из основных эксплуатационных дефектов головок цилиндров двигателей является образование сквозных трещин в межклапанных перемычках, а также перемычках между отверстием под форсунку и впускным или выпускным каналами. Главным видом нагружения головки цилиндра являются температурные воздействия, возникающие из-за неравномерного нагрева днища в осевом и радиальном направлениях в условиях несвободного расширения его элементов при работе двигателя.

В общем случае в головках цилиндров возникают следующие напряжения:

– монтажные напряжения от затяжки шпилек крепления;

– переменные напряжения от сил давления газов;

– переменные высокочастотные температурные напряжения, возникающие из-за колебания температуры на огневой поверхности головки. Из-за высокой частоты изменения параметров газа в быстроходных дизелях и тепловой инерции металла колебание температуры огневой поверхности имеет незначительную амплитуду;

– переменные термические напряжения, возникающие вследствие неравномерности нагрева, охлаждения и стесненной деформации отдельных участков головки цилиндра. По общепринятому мнению определяющую роль в разрушении головок цилиндров играют именно переменные температурные низкочастотные напряжения [1, 3, 7 и др.];

При проектировании головок цилиндров автомобильных и тракторных дизелей необходимо стремиться к соблюдению следующих основных требований [4]:

– температура головки во время работы двигателя не должна превышать критических значений для металла головки;

– минимальный градиент температур между отдельными зонами головки;

– достаточная жесткость и прочность под воздействием давления газов в цилиндре;

– интенсивный, равномерный теплоотвод от нагретых участков;

– технологичность конструкции головки.

К конструкции головки двигателя с воздушным охлаждением предъявляют дополнительные требования, обусловленные спецификой воздушного охлаждения:

– соответствие поверхности охлаждающих ребер количеству отводимой теплоты при заданном расходе охлаждающего воздуха;

– обеспечение высоких аэродинамических качеств оребренных поверхностей.

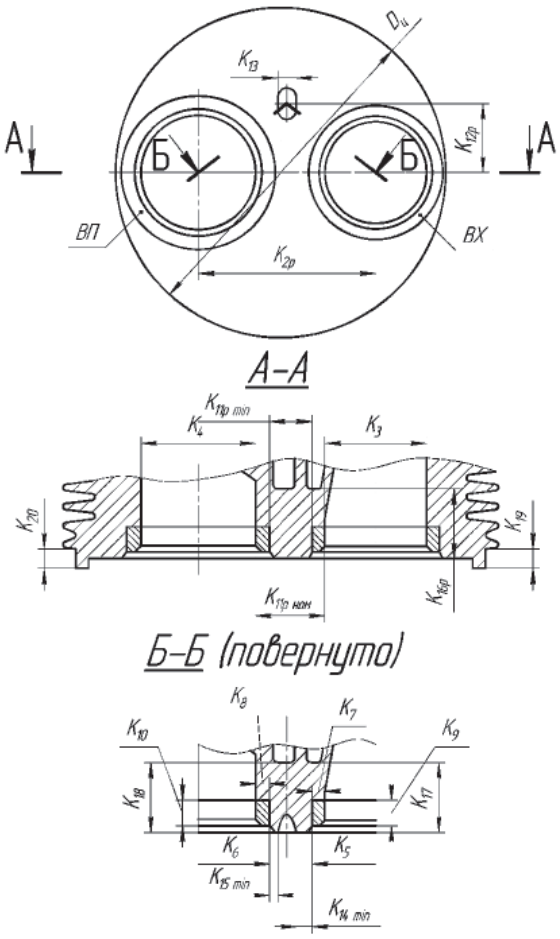


Рис. 1. Пояснительная схема к анализу конструктивных параметров головок цилиндров

С целью систематизации и обобщения информации о выборе конструктивных размеров головок цилиндров дизелей с воздушным охлаждением, выпускаемых в России и за рубежом, был проведён статистический анализ. Для удобства обработки конструктивных размеров головок цилиндров двигателей (рис. 1) независимо от размеров последних введем безразмерные величины – относительные размеры, равные отношению основных размеров головок цилиндров к диаметру цилиндра двигателя D, т.е.: K_1/D, $K_{2р}/D$, K_3/D, K_4/D, $K_{11р.ном}/D$, K_{14}/D, K_{15}/D, $K_{16р}/D$, K_{17}/D и K_{18}/D. Здесь K_1 – высота головки; $K_{2р}$ – расстояние между осями клапанов, K_3 и K_4 – диаметр горловины газового канала выпускного и впускного соответственно; $K_{11р.ном}$ – номинальная ширина перемычки между клапанными отверстиями; K_{14} – ширина перемычки между форсуночным и выпускным отверстиями; K_{15} – ширина перемычки между форсуночным и впускным отверстиями; $K_{16р}$ – толщина межклапанной перемычки; K_{17} – толщина перемычки между форсуночным и выпускным отверстием; K_{18} – толщина перемычки между форсуночным и впускным отверстием.

Обработка проводилась для головок цилиндров 19 двигателей отечественных и зарубежных производителей. В выборку записывались интересуемые параметры головок цилиндров. По результатам математической обработки этих выборок на рис. 2 построены кривые плотности вероятности нормального распределения указанных выше относительных размеров.

В таблице приведены результаты статистической обработки величин безразмерных параметров головок цилиндров: размах варьирования соответствующей характеристики R, выборочное среднее значение с 80%-м доверительным интервалом, стандартное отклонение σ, критерий Пирсона χ^2 и коэффициент вариации v. Выбранный нами 80% доверительный интервал используется при расчете надежности двигателей. По коэффициенту вариации можно признать, что распределение основных величин является нормальным.

Проведённый анализ позволяет найти пределы изменений K_1, $K_{2р}$, K_3, K_4, $K_{11р.ном}$, K_{14}, K_{15}, $K_{16р}$, K_{17} и K_{18} в зависимости от диаметра цилиндра D для дизелей с воздушным охлаждением. Полученные данные позволяют определить в первом приближении основные размеры головок цилиндров на стадии проектирования двигателя и сопоставить разрабатываемую конструкцию с существующими аналогами.

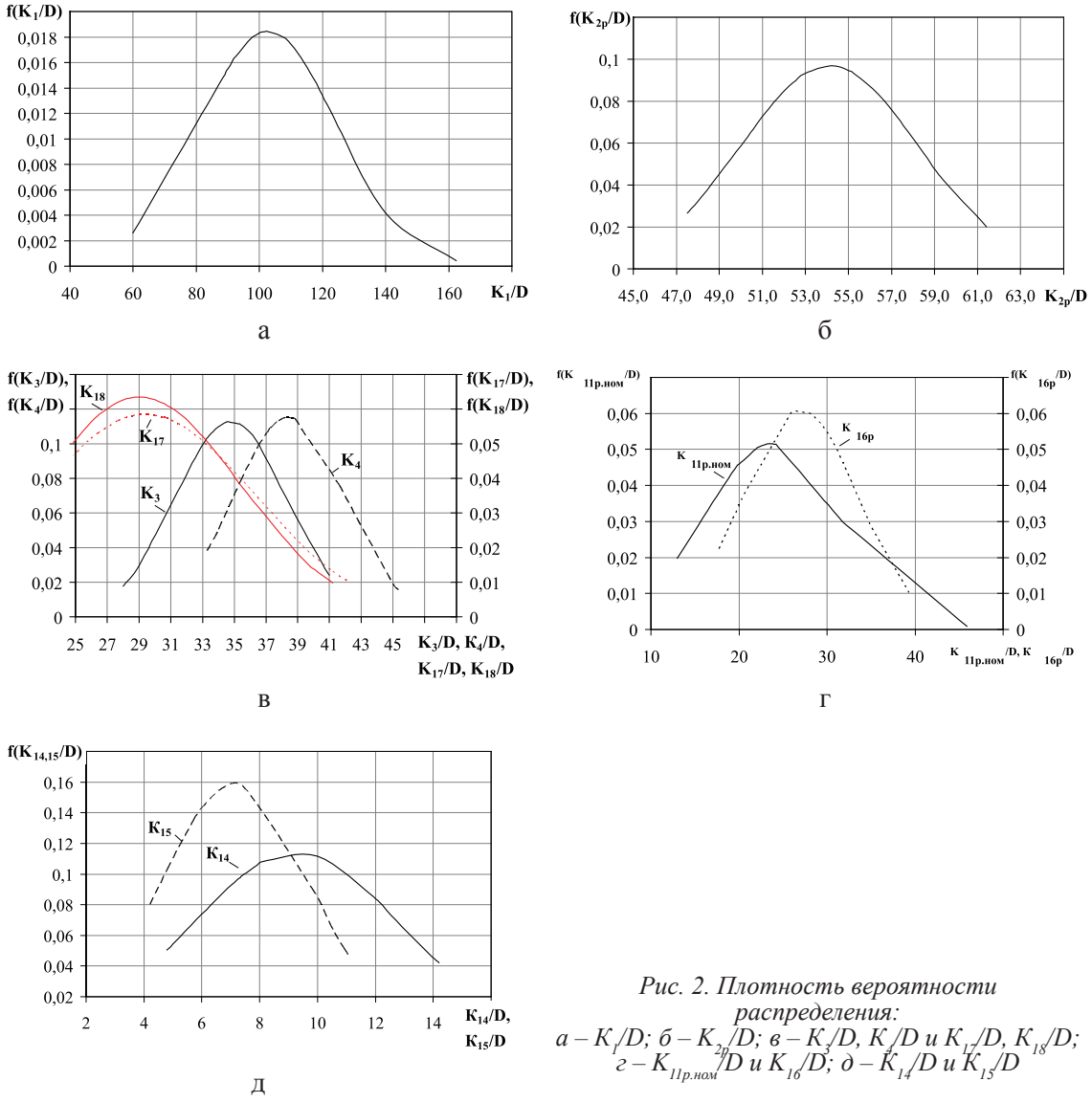


Рис. 2. Плотность вероятности распределения: а – K_1/D; б – $K_{2р}/D$; в – K_3/D, K_4/D и K_{17}/D, K_{18}/D; г – $K_{11р.ном}/D$ и K_{16}/D; д – K_{14}/D и K_{15}/D

Статистическая обработка относительных размеров головок цилиндров

Относительные размеры*	Размах	Среднее значение и 80%-й доверительный интервал	Стандартное отклонение	Критерий Пирсона	Коэффициент вариации
K_1/D	60…162,4	102,7 ± 1,3	21,6	0,17	0,210
$K_{2р}/D$	47,5…81,7	55,5 ± 0,5	8,1	0,41	0,146
K_3/D	28…41	34,8 ± 0,2	3,5	0,00	0,102
K_4/D	33,3…45,5	38,5 ± 0,2	3,5	0,15	0,090
$K_{11р.ном}/D$	13…45,9	23,7 ± 0,5	7,7	0,19	0,326
K_{14}/D	4,8…14,2	9,3 ± 0,2	3,5	0,07	0,377
K_{15}/D	4,2…11,1	7,1 ± 0,2	2,5	0,36	0,353
$K_{16р}/D$	17,7…39,3	27,0 ± 0,4	6,5	0,01	0,242
K_{17}/D	16,4…51,1	29,9 ± 0,5	8,0	0,05	0,266
K_{18}/D	16,4…41,2	29,1 ± 0,4	6,3	0,00	0,216

Примечание. * – линейные размеры, отнесенные к диаметру цилиндра и умноженные на 10^2.

Список литературы

1. Вознесенский Н.П., Логвиненко А.Я. О причинах разрушения и выборе материала головок цилиндров дизелей // Тракторы и сельхозмашины. – 1971. – №2. – С. 13–14.

2. Математическая статистика: учеб. для вузов / В.Б. Горяинов, И.В. Павлов, Г.М. Цветкова и др.; Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 424 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. XVII).

3. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния крышки цилиндра форсированного дизеля / Н.Д. Чайнов [и др.] // Грузовик &. – 2008. – №3. – С. 32–35.

4. Поспелов Д.Р. Двигатели внутреннего сгорания с воздушным охлаждением. – Л.: Машиностроение, 1961. – 556 с.

5. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 479 с., ил.

6. Тракторные дизели: Справочник / Б.А. Взоров, А.В. Адамович, А.Г. Арабян и др.; Под общ. ред. Б.А. Взорова. – М.: Машиностроение, 1981. – 535 с., ил.

7. Чайнов Н.Д., Салтыков М.А., Раенко М.И., Мягков С.П. Особенности математического моделирования напряженно-деформированного состояния крышки цилиндра форсированного среднеоборотного дизеля // Двигателестроение. – 2006. – №4. – С. 8–11.

Рецензенты:

Кульчицкий А.Р., д.т.н., профессор, зам. главного конструктора по испытаниям ООО «Владимирский моторно-тракторный завод» г. Владимир;

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок Владимирского государственного университета им. А. Г. и Н. Г. Столетовых Министерства образования и науки, г. Владимир.

Работа поступила в редакцию 07.07.2011.

УДК 004.67

ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧЕНИЯ СИГНАЛОВ ЯМР НИЗКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Раннев Е.В.

ЗАО СКБ «Хроматэк», Йошкар-Ола, e-mail: evgeny.rannev@gmail.com

В статье рассмотрены линейный и нелинейный подходы к решению задачи различения сигналов ядерного магнитного резонанса низкого разрешения. В рамках линейного подхода предложена модель корреляционного приемника для различения сигналов ЯМР, оптимального для частного случая простых гипотез. В рамках нелинейного подхода смоделирована и обоснована архитектура нейронной сети типа трехслойный персептрон. Показана важность влияния избыточности входных данных на качество распознавания и обучения. Предложен метод понижения размерности данных, основанный на дискретном косинус-преобразовании и преобразовании Хартли.

Ключевые слова: ЯМР, корреляционный приемник, нейронные сети

FEATURES OF TIME-DOMAIN NMR SIGNAL RECOGNITION

Rannev E.V.

JSC SKB «Chromatec», Yoshkar-Ola, e-mail: evgeny.rannev@gmail.com

The article deals with linear and nonlinear approaches to solving the problem of distinguishing time-domain nuclear magnetic resonance signal. Within the linear approach, a model of the correlation receiver to distinguish the NMR signals, which is optimal for the special case of simple hypotheses, is considered. Within the nonlinear approach is modeled and unsubstantiated the architecture of the neural network-type three-layer perceptron. The importance of the effect of the redundancy of input data on the quality of recognition and learning is shown. Proposed a method for dimension reduction of data based on the discrete cosine transform and Hartley transform.

Keywords: NMR, correlation receiver, neural networks

Согласно перечню методов неразрушающего контроля, классифицированных по характеру взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом, метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) можно отнести к методам свободных колебаний, заключающихся в обнаружении свободных колебаний, возбужденных в образце и регистрации их параметров.

Под обнаружением сигнала понимают анализ принятого колебания, завершающийся вынесением решения о наличии или отсутствии в нем некоторой полезной составляющей – сигнала. Различение M сигналов определяется как анализ принятого колебания, заканчивающийся принятием решения о том, какой именно из M сигналов, принадлежащих указанному заранее множеству, присутствует в колебании [2].

Рассматривая регистрируемый сигнал ЯМР $F(t)$ как реализацию случайного процесса, имеющего распределение $W(F)$, определим присутствие в нем полезного сигнала как принадлежность $W(F)$ одному из M непересекающихся классов W_i (где $i \in \{0,1,\ldots,M-1\}$). Предположение о том что, $W(F) \in W_i$, называется гипотезой H_i. В случае $M > 2$ проверка гипотезы H_i является многоальтернативной. В общем случае полезный сигнал ЯМР $s_i(t)$, определенный на временном интервале $[0, T]$, задается в виде линейной комбинации сигналов известной формы (базисных функций), выбранных на основании экспертных оценок, и описывается формулой:

$$s_i(x) = P_0 + P_1 h(P_2 x) + \ldots + P_{n-1} h(P_n x). \quad (1)$$

В данном случае класс W_i будет содержать более одного распределения, а значит, соответствующая гипотеза H_i является сложной параметрической. Использование линейных корреляционных методов в таком случае не является целесообразным, поскольку построенный для решения данного обширного класса задач обнаружитель окажется слишком сложным [2]. Таким образом, использование корреляционного приемника для различения сигналов ЯМР низкого разрешения является приемлемым лишь для узкого класса частных случаев, когда гипотеза H_i является простой, а класс W_i содержит одно и только одно распределение.

В задачах, сводимых к проверке простых гипотез, например, различения детерминированных сигналов, целесообразно использование критерия минимума среднего риска – критерий Байеса. Однако, поскольку система различения сигналов ЯМР рандомизирована, то априорную вероятность p_i присутствия в реализации $F(t)$ сигнала $s_i(t)$, показывающую, насколько часто при длительной эксплуатации исследуемой системы можно ожидать появления $s_i(t)$ в $y(t)$, определить затруднительно. Следовательно, возникают сложности в определении вероятностей ошибок первого рода $p_{ik} = P(H_k|H_i)$

и рисков от перепутывания сигналов $П_{ik}$, а значит критерий Байеса, предписывающий добиваться минимума математического ожидания среднего риска, использовать нецелесообразно. Кроме того, вероятность ошибки второго рода – пропуска сигнала $p_{пс}$ в рассматриваемом частном случае различения сигналов ЯМР равна нулю.

В случае отсутствия априорной информации, критерий Байеса сводится к условию минимальности апостериорного среднего риска или максимума апостериорной вероятности $P(H_i|F(t))$, т.е. вероятности наличия i-го сигнала в $F(t)$, с учетом всех сведений, которые можно извлечь из наблюдаемой реализации.

Вычисление функции правдоподобия $W(F(t)|H_i)$ не требует задания априорных вероятностей, а также вычисления апостериорных средних рисков. Для случая различения M детерминированных сигналов на фоне аддитивного белого шума:

$$W(F(t)\,|\,H_i) = c_y \exp\left(\frac{2z_i - E_i}{N_0}\right),$$

где $E_i = \int_0^T s_i^2(t)dt$ – энергия i-го сигнала;

$z_i = \int_0^T F(t)\,s_i(t)\,dt$ – корреляционный интеграл принятой реализации и i-го сигнала;

$c_y = c\exp\left[-\frac{1}{N_0}\int_0^T F^2(t)dt\right]$ – коэффициент, зависящий только от принятой реализации $F(t)$, а значит, не влияющий на вычисление функции правдоподобия и апостериорных вероятностей i-х сигналов.

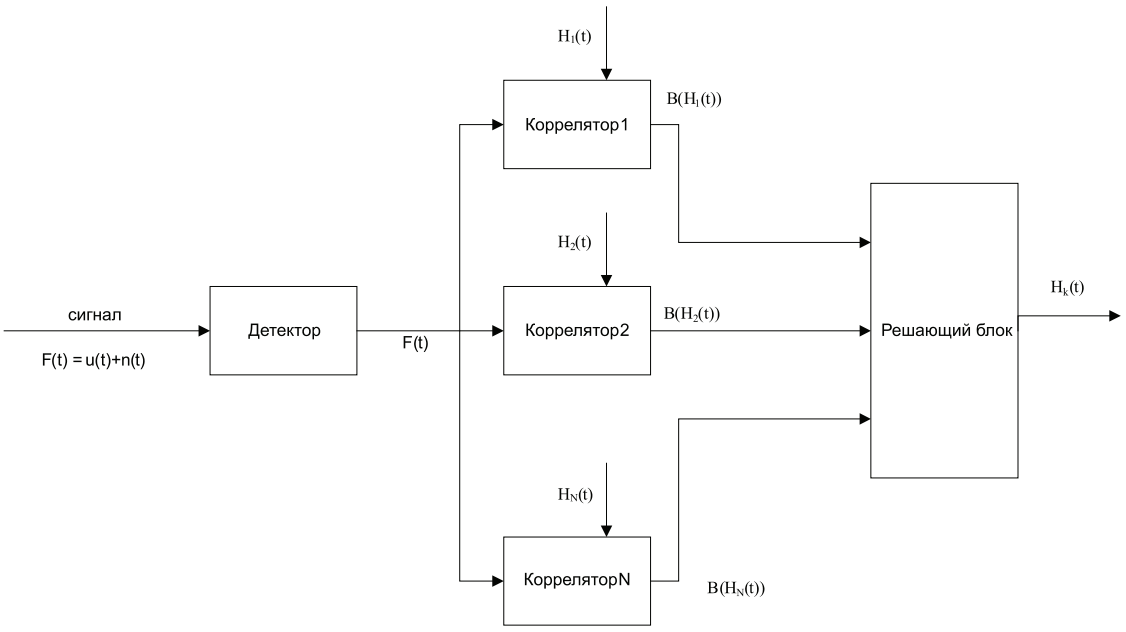
Таким образом, в случае различения M детерминированных сигналов одинаковой энергии, в реализации $F(t)$ присутствует тот сигнал $s_i(t)$, корреляционный интеграл которого максимален [2].

На основании данных выводов построим модель корреляционного приемника, являющегося оптимальным для данного класса частных случаев. С точки зрения теории ЯМР, этот класс задач довольно велик, в частности к нему относится задача определения таких важных характеристик анализируемых веществ, как времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксаций.

Сигнал ЯМР $s_i(t)$ задается в виде:

$$s_i(x) = P_0 + P_1 h(P_2 x).$$

Приемник состоит из детектора, N корреляторов по числу гипотез и решающего блока. Детектор из непрерывного потока информации формирует дискретную выборку на заданном временном интервале, представляющую собой аддитивную смесь полезного сигнала и белого шума. Этот сигнал поступает на вход каждого из корреляторов, в которых вычисляется корреляционный интеграл для i-х гипотез. Значения интегралов поступают в решающий блок, который выбирает гипотезу, обеспечивающую максимум корреляционного интеграла (рисунок).



Структура корреляционного приемника для различения сигналов ЯМР

Все вышеприведенное справедливо в том случае, когда аддитивный шум соответствует нормальному закону распределения.

Произведен анализ шума датчика ЯМР низкого разрешения на соответствие нормальному закону распределения. Эмпирическое распределение, представляющее собой 2000 отсчетов естественного шума датчика ЯМР, задано в виде последовательности равноотносящих значений и соответствующих им абсолютных частот: $x_{1..M}$, $m_{1..M}$, где M – число различных возможных значений случайной величины. Абсолютная частота в данном случае для всех i будет равна 1.

Для проверки нулевой гипотезы при заданном уровне значимости α = 0,95 используем критерий Пирсона:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(m_i - m_i')^2}{m_i},$$

где m_i' – теоретическая относительная частота.

По имеющейся выборке определим выборочное среднее значение m и выборочную дисперсию s^2.

$m = 1$

$s^2 = 187581{,}3$.

Далее определим значения m_i':

$$m_i' = \frac{nh}{\sqrt{s^2}}\phi(u_i),$$

где $n = \sum m_i = 2000$ объем выборки; $h = 0{,}001$ – разность между двумя соседними возможными значениями случайной величины; $u_i = \frac{x_i - m}{\sqrt{s^2}}$ – нормированное i-е выборочное значение; $\varphi(u_i)$ – плотность вероятности стандартного гауссовского распределения.

По результатам расчетов, получили значение $\chi^2 = 1629{,}142$.

Нулевая гипотеза считается подтвержденной, если критерий χ^2 удовлетворяет условию: $\chi^2 \le \chi^2_{\alpha,n}$, где α – статистическая значимость (достоверность); n – количество степеней свободы.

Квантиль распределения хи-квадрат рассчитан с помощью аппроксимации Корниша-Фишера:

$$\chi^2_{\alpha,n} = n + A\sqrt{n} + B + \frac{C}{\sqrt{n}} + \frac{D}{n} + \frac{E}{n\sqrt{n}},$$

где

$$A = d\sqrt{2};\quad B = \frac{2}{3}(d^2 - 1);\quad C = d\frac{d^2 - 7}{9\sqrt{2}};$$

$$D = \frac{6d^4 + 14d^2 + 32}{405};$$

$$E = d\frac{9d^4 + 256d^2 - 433}{4860\sqrt{2}};$$

$$d = 2{,}0637(\ln\frac{1}{1-\alpha})^{0{,}4274} - 1{,}5774;$$

$$\alpha = 0{,}95$$

Квантиль распределения для достоверности α = 0,95 и количества степеней свободы $n = M - 3 = 1997$:

$$\chi^2_{0{,}95,1997} = 2102.$$

По результатам проведенного эксперимента, можно сделать вывод, что гипотеза о нормальности распределения подтверждена, и шум датчика ЯМР можно считать нормальным, а значит, использование выбеливающего фильтра в составе корреляционного приемника не требуется.

Как было сказано выше, в общем случае, описываемом формулой (1), когда в регистрируемой реализации находится более одного полезного сигнала, использование линейного корреляционного приемника нецелесообразно, а значит, следует обратиться к системам, реализующим нелинейную обработку данных. Данному условию удовлетворяют системы, основанные на математическом аппарате искусственных нейронных сетей.

В качестве базовой модели был выбран трехслойный персептрон с одним скрытым слоем. Теоретическое обоснование данного выбора основано на теореме Колмогорова и следствий из нее.

Согласно теореме Колмогорова, любая непрерывная функция многих переменных, заданная на замкнутом ограниченном множестве, может быть представлена в виде суперпозиции конечного числа функций одной переменной [3]:

$$F(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{j=1}^{2n+1} g_j\left(\sum_{i=1}^{n} h_{ij}(x_i)\right),$$

где g_j и h_{ij} – непрерывные функции, причем не зависят от функции F.

В работе [5] был предложен вариант теоремы Колмогорова, имеющий большее практическое значение:

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{i=1}^{H} \nu_j \sigma(w_{i1}x_1 + w_{i2}x_2 + \ldots + w_{in}x_n + u_i).$$

В терминах теории нейросетей эту теорему можно сформулировать следующим образом: любую непрерывную функцию нескольких переменных можно с любой точностью реализовать с помощью трехслойного персептрона с достаточным количеством нейронов в скрытом слое [7].

Для проверки данной гипотезы в программном пакете STATISTICA Neural Networks были смоделированы несколько сетей с архитектурой типа трехслойный персептрон, обучавшихся и тестировавшихся на выборке, составленной из реальных сигналов ЯМР низкого разрешения от триглицеридных смесей, зарегистрированных на промышленном ЯМР-анализаторе. Эксперимент показал, что при подаче на вход всех отсчетов сигнала – 2000 точек – сеть оказалась неспособна к обучению для распознавания с приемлемой корреляцией. Повторный эксперимент, в котором использовался уменьшенный входной вектор, составленный из первых 200 точек тех же сигналов, показал, что многослойный персептрон способен обучиться с контрольной ошибкой $\leq 0{,}003$ и коэффициентом корреляции $\geq 0{,}99$.

Для ЯМР-анализаторов низкого разрешения характерна регистрация достаточно большого числа точек – порядка $10^3...10^4$. Такое количество входов нейронной сети требует существенных вычислительных затрат, поскольку каждый дополнительный входной элемент усложняет сеть, добавляя в ее структуру дополнительные связи, а также, как видно из эксперимента, описанного выше, снижает эффективность обучения сети.

Избыточность входных данных является серьезной проблемой и можно существенно улучшить качество работы и обучения сети, исключив ненужные или малоинформативные переменные на этапе предварительной обработки сигнала либо преобразовать исходный набор данных в новый, включающий в себя меньшее количество переменных, но при этом содержащий максимальное количество информации, заложенной в исходных данных [4].

Традиционно в ЯМР-спектроскопии для анализа отклика спиновых систем используется преобразование Фурье [6]. Однако в других областях в последнее время для обработки информации с успехом начали использовать преобразование Хартли [1], обладающее преимуществами при обработке больших последовательностей вещественных одномерных и двумерных данных.

$$H(\nu) = N^{-1}\sum_{t=0}^{N-1} f(t)cas\left(\frac{2\pi\nu t}{N}\right) = N^{-1}\sum_{t=0}^{N-1} f(t)\left[\cos\left(\frac{2\pi\nu t}{N}\right)+\sin\left(\frac{2\pi\nu t}{N}\right)\right].$$

В отличие от преобразования Фурье, отображающего вещественные функции в комплексную область, преобразование Хартли, равно как и косинус-преобразование, осуществляет прямое и обратное преобразование только в вещественной области. Обработка вещественных данных не требует операции с комплексными величинами, поэтому реализация преобразования Хартли требует примерно в два раза меньше машинного времени, чем преобразования Фурье.

Применение дискретного косинус-преобразования (ДКП) и преобразования Хартли к сигналу, регистрируемому на ЯМР-релаксометре, позволяет уменьшить его размерность за счет свертки сигнала и концентрации данных в узкой частотной области. Это становится возможным из-за малых флуктуаций сигнала и медленного изменения его амплитуды, что означает высокую степень корреляции отсчетов между собой. ДКП и преобразование Хартли трансформируют информацию о величинах отсчетов в информацию о скорости изменения этих величин, что напрямую связано со скоростями релаксации протонов в исследуемом образце.

Для проверки эффективности применения тригонометрических преобразований для реорганизации входных данных нейронных сетей с целью улучшения качества распознавания, в пакете STATISTICA Neural Networks было смоделировано обучение сетей архитектуры трехслойный персептрон на наборах данных, использовавшихся в экспериментах, описанных выше. Эти сигналы были обработаны с помощью дискретного преобразования Хартли (ДПХ), дальнейший анализ преобразованных векторов показал, что информацию содержат лишь < 200 отсчетов, сконцентрированных в центральной области, остальные же являются незначащими и подлежат исключению. Полученные после ДПХ и сокращения размерности вектора были поданы на вход смоделированных сетей. Результаты моделирования показали, что большинство сетей смогли обучиться с контрольной ошибкой $\leq 0{,}003$ и коэффициентом корреляции $\geq 0{,}99$.

В результате проведенных исследований было показано, что:

1. Использование корреляционного приемника для задачи различения сигналов ЯМР низкого разрешения целесообразно лишь для узкого класса задач.

2. Искусственные нейронные сети архитектуры типа многослойный персептрон способны решать поставленную задачу с высокой степенью корреляции, однако затруднение вызывает большой объем подаваемых на вход данных, для чего необходимо разработать методы уменьшения размерности сигналов без потери их информативности.

3. С помощью разработанного метода понижения размерности дискретным косинус-преобразованием и преобразованием Хартли возможно существенно сократить объем входных данных без потери качества распознавания.

Список литературы

1. Брейсуэлл Р. Преобразование Хартли: пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – С. 14–26.

2. Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. Радиотехнические системы: учеб. для вузов по спец. «Радиотехника». – М.: Высш. шк., 1990. – С. 64–67.

3. Колмогоров А.Н. О представлении непрерывных функций нескольких переменных суперпозициями непрерывных функций меньшего числа переменных // Докл. АН СССР. – 1957. – Т.114. – №5. – С. 953–956.

4. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / Под редакцией В.П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.

5. Струнков Т. Думал ли Гильберт о нейронных сетях? // PC Week RE, 1999. – №13 (187).

6. Фаррар Т., Беккер Э. Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР: пер. с англ. / под ред. Э.И. Федина. – М.: Мир, 1973. – 164 с.

7. Cybenko. Approximation by Superpositions of a Sigmoidal Function / Mathematical Control Signals Systems, 1989. – №2.

Рецензенты:

Леухин А.Н., д.ф.-м.н., профессор ГОУ ВПО «Марийский государственный технический университет», г. Йошкар-Ола;

Сидоркина И.Г., д.т.н., профессор ГОУ ВПО «Марийский государственный технический университет», г. Йошкар-Ола.

Работа поступила в редакцию 11.07.2011.

УДК: 658.26

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Русяк И.Г., Преснухин В.К.

ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет», Ижевск, e-mail: primat@istu.ru

Сформулирована математическая модель повышения эффективности региональной распределенной системы теплоснабжения по критерию надежности. Для решения задачи оптимизации управления инвестициями разработан подход, позволяющий свести исходную нелинейную задачу оптимизации к оптимизационной задаче с булевыми переменными, для решения которой использован генетический алгоритм с бинарным кодированием. Проведены параметрические исследования и выявлены резервы повышения надежности региональной системы теплоснабжения Удмуртской Республики. Выявлено, что надежность распределенной системы теплоснабжения районов республики изменяется в пределах от 0,11 до 0,67. Взвешенная надежность распределенной системы теплоснабжения составляет 0,28. Изучено влияние условий финансирования на динамику повышения надежности системы теплоснабжения.

Ключевые слова: теплоснабжение; теплоисточник; надежность системы; математическая модель; оптимальное управление; параметры управления; булевы переменные; алгоритм оптимизации

MATHEMATICAL MODELLING AND OPTIMIZATION OF RELIABILITY OF THE DISTRIBUTED REGIONAL SYSTEM OF THE HEAT SUPPLY

Rusyak I.G., Presnuhin V.K.

The Izhevsk state technical university, Izhevsk, e-mail: primat@istu.ru

The mathematical model of increase of efficiency of the regional distributed system of heat supply by criterion of reliability is formulated. To solve the problem of the optimization of the investment management approach was developed, which allows to reduce the original nonlinear optimization problem to an optimization problem with Boole's variables, for its solution is used a genetic algorithm with binary encoding. Parametric research is done and reserves of reliability increase of the regional system of heat supply of the Udmurt Republic is revealed. It was revealed that the reliability of a distributed system of heat supply of districts of the republic changes from 0,11 to 0,67. Weighted reliability of the distributed system of heat supply is 0,28. The influence of financing conditions on the dynamics of the reliability increasing of heat supply systems is studied.

Keywords: heat supply; boiler house; reliability of system; mathematical model; optimal control; control parameters; Boole's variables; algorithm of optimization

В последнее время, в связи с износом систем теплоснабжения, большое внимание уделяется повышению энергетической безопасности теплоснабжения населения. Проблема энергетической безопасности должна решаться предупредительными профилактическими мероприятиями с целью исключения аварийных ситуаций на теплоисточниках в отопительный период и связанных с этим больших финансовых и социальных издержек.

Теплоисточник (отопительная котельная) – это замкнутая техническая система, снабжающая подогретой водой жилые помещения, здания и сооружения.

Из всего оборудования, участвующего в процессе работы котельной, наибольший интерес с точки зрения определения надежности представляет технически сложное и наиболее распространенное оборудование. К нему относятся котлы, сетевые, подпиточные и циркуляционные насосы, теплообменники, система химической водоочистки (ХВО).

Надежность – свойство объекта (теплоисточника) выполнять требуемые функции (по выработке энергии) в заданном объеме при определенных условиях функционирования [5, 6, 10].

При расчете надежности системы теплоснабжения учитывается способ нагрева воды в сети котельных: котельные с независимой системой циркуляции, в которых вода из сети нагревается в теплообменнике (бойлере) и зависимой системой циркуляции воды, где нагрев производится непосредственно в котле [2, 7].

Для определения надежности технической системы необходимо знать надежность каждого элемента этой системы. При решении данной задачи будем применять математические методы, описанные в [7–9].

Функцию надежности $P(t)$ элемента определим из экспоненциального закона:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}, \qquad (1)$$

где $\lambda(t)$ называется опасностью отказа или частотой отказа элемента в момент времени t.

Среднее время жизни (период эксплуатации) ($\tau_э$) элемента для случая $\lambda(t) = \text{const}$:

$$\tau_э = \int_0^\infty e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}. \qquad (2)$$

Обозначим через L количество различных видов оборудования, соединенных последовательно, а K_l – количество оборудования вида $l = \overline{1,L}$, соединенных параллельно. При смешанном соединении можно записать:

$$P = \prod_{l=1}^{L}\left\{1-\left[\prod_{k=1}^{K_l}\left(1-p_{kl}\right)\right]\right\}. \qquad (3)$$

В общем случае получаем следующую формулу для расчета надежности работы котельной:

$$P_{ij} = \prod_{l=1}^{L_{ij}}\left\{1-\left[\prod_{k=1}^{K_{ijl}}\left(1-p_{ijkl}\right)\right]\right\}, \qquad (4)$$

где p_{ijkl} – надежность k-го оборудования ($k = \overline{1,K_{ijl}}$) вида l ($l = \overline{1,L_{ij}}$) j-й котельной i-го района; P_{ij} – надежность работы j-й котельной i-го района.

Надежность распределенной системы теплоснабжения i-го района определится по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^{N_i} g_{ij}P_{ij}; \quad g_{ij} = \frac{h_{ij}}{H_i}, \qquad (5)$$

где h_{ij} – мощность j-й котельной i-го района; H_i – суммарная мощность котельных i-го района; N_i – количество котельных в i-м районе.

Надежность республиканской системы теплоснабжения, состоящей из M районов, определится по формуле:

$$P = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N_i} g_{ij}P_{ij}. \qquad (6)$$

Задачу оптимального управления инвестициями рассматривали при следующих допущениях:

1) надежность системы определяется надежностью основного оборудования котельных;

2) надежность отдельной котельной рассчитывается по типовой схеме и не учитывает возможные отклонения от нее, связанные с местными условиями;

3) финансовые средства используются только для замены и ремонта оборудования;

4) после замены оборудования его надежность становится равной $p_{\text{н}}$, а после r-го капитального ремонта $p_p^r = \alpha^r p_{\text{н}}$, где $0 < \alpha \le 1$; r – номер капитального ремонта данного оборудования, $r = \overline{1,R_l}$; R_i – количество плановых ремонтов оборудования вида l;

5) Плановый ремонт оборудования каждого вида производится через промежутки времени Δt_{rl}, величина которых уменьшается на коэффициент β ($0 < \beta \le 1$) после каждого капитального ремонта.

Период эксплуатации оборудования вида l в таком случае можно представить как:

$$\tau_{\text{э}l} = \sum_{r=1}^{R_l+1}\Delta t_{rl} = \Delta t_{1l}\cdot\sum_{r=0}^{R_l}\beta^r,$$

где Δt_{1l} – период работы оборудования вида l до первого планового ремонта.

Для изменения надежности в дискретном времени получена формула:

$$p_{ijkl}^{t+1} = \left(p_{ijkl}^{t} - \mu_l p_{ijkl}^{t}\right)\cdot\left[1-u_{ijkl}(t)\right]\cdot\left[1+u_{ijkl}(t)\right] -$$

$$- p_{\text{н}}\frac{u_{ijkl}(t)\cdot\left[1-u_{ijkl}(t)\right]}{2} + \left(p_p^r\right)_{ijkl}\frac{u_{ijkl}(t)\cdot\left[1+u_{ijkl}(t)\right]}{2}; \qquad (7)$$

$$t = 0, 1, 2, ..., T,$$

где μ_l – коэффициент амортизации оборудования вида l; функция управления принимает вид:

$$u_{ijkl}(t) = \begin{cases} -1, & \text{замена;} \\ 0, & \text{без изменений;} \\ 1, & \text{ремонт.} \end{cases}$$

Функция управления $u_{ijkl}(t)$ определяет выбор объектов финансирования на будущий год.

Определим надежность j-й котельной i-го района следующим образом: $P_{ij} = A\overline{p}_{ij}$, где A – оператор, позволяющий рассчитывать надежность котельной, зная надежности оборудования данной котельной, $\overline{p}_{ij} = \left\{p_{ijkl}\right\}$ – вектор надежностей элементов котельной.

Сформулируем **задачу оптимизации**. Пусть каждый год на восстановление системы теплоснабжения республики выделяются денежные средства в размере C^t. Необходимо максимизировать надежность системы теплоснабжения на конец планового периода T.

Постановка задачи имеет вид:

$$P^T \to \max;\quad P = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N_i} g_{ij}P_{ij};\quad P_{ij} = A\overline{p}_{ij};$$
$$p_{ijkl}^{t+1} = \left(p_{ijkl}^{t} - \mu_l p_{ijkl}^{t}\right)\cdot\left[1-u_{ijkl}(t)\right]\cdot\left[1+u_{ijkl}(t)\right] -$$
$$-p_{\text{н}}\frac{u_{ijkl}(t)\cdot\left[1-u_{ijkl}(t)\right]}{2} + \left(p_p^r\right)_{ijkl}\frac{u_{ijkl}(t)\cdot\left[1+u_{ijkl}(t)\right]}{2}; \qquad (8)$$
$$\sum_{i,j,k,l}\left\{c_l^{з}\frac{u_{ijlk}(t)\cdot\left[u_{ijkl}(t)-1\right]}{2} + c_l^{p}\frac{u_{ijlk}(t)\cdot\left[u_{ijkl}(t)+1\right]}{2}\right\} \le C^t.$$

Здесь P^T – надежность распределенной системы теплоснабжения в конце планового периода; $c_l^{з}, c_l^{p}$ – стоимость замены и ремонта соответствующего вида оборудования.

Задачу (8) будем решать при следующих допущениях:

1) начальные значения надежности $p_{\text{н}}$ для всех видов оборудования считаются одинаковыми и конечные значения надежности $p_{\text{к}}$ для всех видов оборудования считаются одинаковыми;

2) после снижения надежности элементов системы ниже уровня $p_{\text{к}}$ происходит обязательная их замена, начиная с наименее надежного элемента;

3) стоимость ремонта оборудования не зависит от межремонтных интервалов.

Согласно принятым допущениям, возможность выбора управления наступает лишь тогда, когда надежность элемента $p_{ijkl}^{t+1} \ge p_{\text{к}}$. Таким образом, если отбросить элементы системы, для которых управление определено однозначно, задача упрощается:

$$P^T \to \max;\quad P = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N_i} g_{ij}P_{ij};\quad P_{ij} = A\overline{p}_{ij};$$
$$p_{ijkl}^{t+1} = \left(p_{ijkl}^{t} - \mu_l p_{ijkl}^{t}\right)\cdot\left[1-u_{ijkl}(t)\right] + \left(p_p^r\right)_{ijkl}u_{ijkl}(t);\quad \sum_{i,j,k,l} c_l^{p}\cdot u_{ijkl}(t) \le C^t - C_{з}^t. \qquad (9)$$

Здесь функция управления принимает вид:

$$u_{ijkl}(t) = \begin{cases} 0, \text{если } 0 < t+1-\left(t_p^r\right)_{ijkl} \le \Delta t_{r+1,l}, \\ 1, \text{если } t+1-\left(t_p^r\right)_{ijkl} > \Delta t_{r+1,l}. \end{cases}$$

При этом

$$C_{з}^t = \sum_{i,j,k,l} c_l^{з}\frac{u_{ijlk}(t)\cdot\left[u_{ijkl}(t)-1\right]}{2} \le C^t,$$

где

$u_{ijlk}(t) = -1 \;\forall\; \left\{i,j,k,l : p_{ijkl} < p_{\text{к}} \wedge C_{з}^t \le C^t\right\}$;

$\overline{t}_p^r = \left\{\left(t_p^r\right)_{ijkl}\right\}$ – вектор сроков последнего ремонта соответствующих элементов оборудования.

Преобразуем критерий оптимизации, предположив, что конечный максимум надежности определяется ежегодным максимумом. Кроме того, в задаче оптимизации исключим из рассмотрения элементы ($ijlk$), для которых срок планового ремонта еще не наступил, т.е. $t+1-\left(t_p^r\right)_{ijkl} \le \Delta t_{r+1,l}$. Окончательно будем иметь:

$$P^{t+1} = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N_i} g_{ij}P_{ij}^{t+1} \to \max;\quad P_{ij}^{t+1} = A\overline{p}_{ij}^{t+1};\quad \sum_{i,j,k,l} c_l^{p}v_{ijkl}(t) \le C^t - C_{з}^t;$$
$$p_{ijkl}^{t+1} = \left(p_p^r\right)_{ijkl}v_{ijkl}(t);\quad p_{ijkl}^{t+1} = p_{\text{н}},\ \text{если } p_{ijkl}^{t+1} < p_{\text{к}}; \qquad (10)$$
$$p_{ijkl}^{t+1} = \left(p_{ijkl}^{t} - \mu_l p_{ijkl}^{t}\right),\ \text{если } t+1-\left(t_p^r\right)_{ijkl} \le \Delta t_{r+1,l}.$$

В данном случае параметры управления принимают булевый вид:

$$v_{ijkl}(t) = \{0,1\}.$$

Разработанный алгоритм решения задачи оптимального управления инвестициями с целью повышения надежности системы теплоснабжения на основе постановки (10) состоит из следующих процедур:

1) ввод параметров модели и начальных значений;

2) замена изношенного оборудования;

3) выявление оборудования, не нуждающегося в ремонте;

4) ремонт оборудования;

5) определение естественного снижения надежности оборудования, не подвергшегося ремонту или замене;

6) если $t = T$, то осуществляется переход на шаг 7, иначе $t = t + 1$ и переход на шаг 2;

7) вывод результатов.

Рассмотрим подробнее шаги 2, 3 и 4. Процедура «замена изношенного оборудования» включает в себя поиск оборудования, для которого выполняется условие $p^t_{ijlk} < p_k$. Оно нуждается в обязательной замене. Если

$$C^t_з = \sum_{i,j,k,l} c^з_l \frac{u_{ijlk}(t)\cdot\left[u_{ijkl}(t)-1\right]}{2} \le C^t,$$

то все выработавшее свой ресурс оборудование, для которого $u_{ijkl}(t) = -1$, заменяется. В противном случае предполагается, что заменяется наименее надежное оборудование из числа того, на которое хватает денежных средств. Происходит переход на следующий шаг, при этом оборудование, подвергшееся замене, исключается из массива переменных в задаче управления.

Процедура «выявление оборудования, не нуждающегося в ремонте», заключается в выявлении элементов оборудования, для которых в следующем году еще не наступит срок капитального ремонта, т.е.

$$t+1-\left(t^r_p\right)_{ijkl} \le \Delta t_{r+1,l} = \Delta t_{1l}\beta^r,$$

а также оборудования, которое проходило процедуру ремонта установленное число раз и следующий ремонт нецелесообразен. Для этих элементов полагается $u_{ijlk}(t) = 0$, и они также исключаются из массива переменных, для которого решается задача управления.

Процедура «ремонт оборудования» запускается в случае, если оставшиеся после замены средства превышают некоторую заданную сумму или стоимость ремонта самой дешевой единицы оборудования:

$$C^t - C^t_з \ge C_{\min}.$$

Если

$$C^t_p = \sum_{i,j,k,l} c^p_l \frac{u_{ijlk}(t)\cdot\left[u_{ijkl}(t)+1\right]}{2} \le C^t - C^t_з,$$

то все выбранное для ремонта оборудование ремонтируется. Иначе для ремонта выбирается то оборудование, вклад которого в общую функцию надежности наибольший.

Задача оптимизации решалась с использованием генетического алгоритма с бинарным кодированием [4, 8].

Для решения задачи был разработан программно-вычислительный комплекс, входящий в состав информационно-аналитической системы (ИАС) «Теплоснабжение Удмуртской Республики». Структура ИАС представлена на рис. 1.

Рис. 1. Структура ИАС «Теплоснабжение Удмуртской Республики»

Ядром ИАС является база данных теплоисточников региона. Графический интерфейс позволяет пользователю осуществлять визуальный анализ информации.

Визуальную часть ИАС можно разбить на два блока.

1. Геоинформационная система Удмуртской Республики (УР), позволяющая просматривать местоположение населенных пунктов на карте районов республики, и информацию о теплоисточниках, расположенных в них.

2. Аналитический блок, позволяющий осуществлять анализ данных, содержащихся в базе, и визуализировать результаты расчетов.

По полученным данным о теплоисточниках УР, был выполнен анализ состояния объектов по следующим характеристикам:

- количество теплоисточников в разрезе районов и в целом по УР;
- структура топливного баланса (*т у.т./год*) в разрезе районов и в целом по УР по видам топлива (газ, уголь, дрова, мазут, нефть, торф, электричество);
- удельные годовые расходы топлива (*т у.т./год/чел.*) в разрезе районов и в целом по УР;
- плотность тепловой мощности (*ккал/ч/чел.*) в разрезе районов и в целом по УР.

Анализ данных позволяет сделать некоторые выводы о состоянии топливно-энергетического комплекса УР.

В 2008–2009 гг. в районах УР отпуск тепловой энергии осуществляли 1 102 теплоисточника. На рис. 2 представлено распределение количества котельных в зависимости от вида потребляемого топлива. Подавляющее количество теплоисточников (73,53 %) работает на газе, значительное число котельных работает на угле – 22,65 %, на электроэнергии работает 1,81 % теплоисточников, остальные котельные – на других видах топлива (дрова, мазут, нефть, торф), доля в потреблении которых не так велика (менее 1 %).

На рис. 3 представлено распределение теплоисточников по их мощности. Видно, что в УР преобладают теплоисточники с установленной мощностью менее 1 *Гкал/ч* (69,34 %).

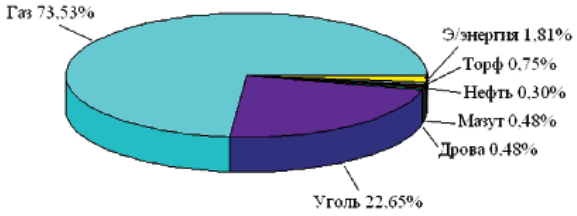


Рис. 2. Распределение количества котельных по видам потребляемого топлива

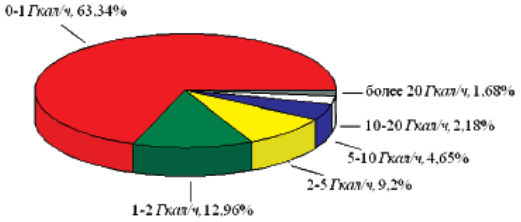


Рис. 3. Распределение количества котельных по установленной мощности

На основе формул (1)–(7) был проведен расчет надежности различных видов оборудования теплоисточников, а также распределенной системы теплоснабжения районов УР и республики в целом.

Средние значения надежности различных типов оборудования незначительно различаются между собой. Так, для котлов эта величина составляет 0,50; для сетевых насосов – 0,46; для подпиточных насосов – 0,45; циркуляционных насосов – 0,53; теплообменников – 0,55; систем ХВО – 0,54.

На диаграмме (см. рис.4) представлено сравнение средневзвешенных значений надежности распределенных систем теплоснабжения районов УР. Наибольший показатель имеет система теплоснабжения Камбарского района (0,63), наименьшие показатели в Кизнерском районе (0,10). Также следует выделить низкие показатели в Алнашском, Балезинском, Завьяловском, Сарапульском и Увинском районах (0,14–0,16). В остальных районах средневзвешенные значения надежности систем теплоснабжения более ровные и изменяются в пределах от 0,20 до 0,52.

Средневзвешенное значение надежности по республике составляет 0,28.

Рассмотрим влияние способов финансирования на изменение надежности системы теплоснабжения УР. Решение задачи проводилось в условиях неограниченного финансирования, а также в случае, когда ежегодное финансирование устанавливается равным среднему значению по результатам решения в предыдущем случае.

При достатке денежных средств, когда их количества хватает на ежегодную замену и ремонт оборудования, надежность региональной системы теплоснабжения меняется в соответствии с графиками, представленными на рис. 5. Параллельно здесь же приведены ежегодные затраты на полную реконструкцию котельных.

На рис. 6 приведены результаты расчетов в случае ежегодного финансирования реконструкции котельных в объеме, не более чем среднегодовое значение, полученное при решении задачи в условиях неограниченного финансирования.

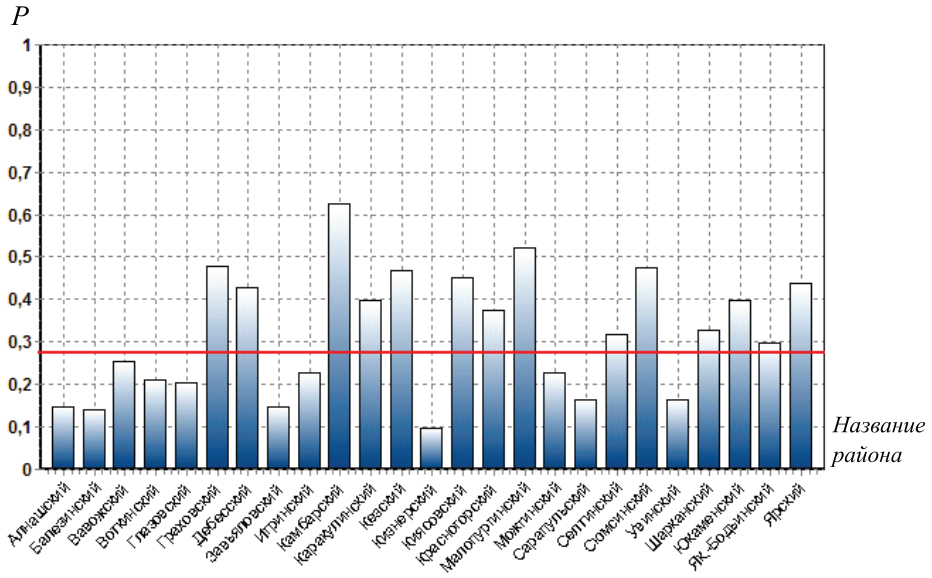


Рис. 4. Надежность распределенной системы теплоснабжения УР

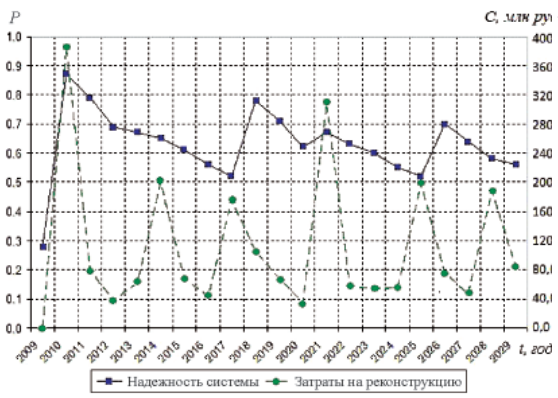


Рис. 5. Надежность системы теплоснабжения УР при неограниченном финансировании

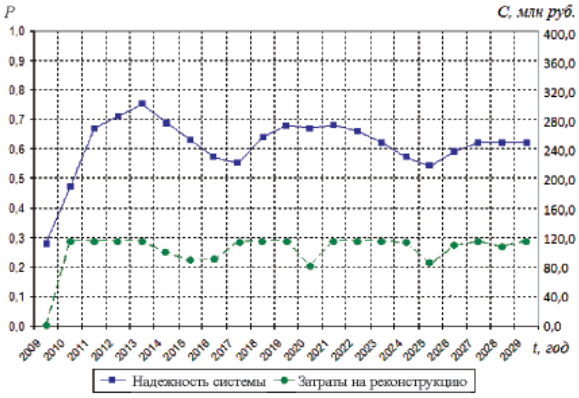


Рис. 6. Надежность системы теплоснабжения УР при финансировании не более 116 млн руб./год

Сравнение результатов в том и другом случае показывает, что система теплоснабжения достаточно быстро (через 2–4 года) выходит на максимальный уровень надежности, независимо от способа финансирования. При этом при равномерном финансировании расходуется, в целом, меньше средств, чем при неограниченном финансировании.

Таким образом, по результатам работы можно сделать следующее **заключение**:

1. Разработан программно-вычислительный комплекс, направленный на решение задач оптимизации распределения инвестиций в реконструкцию котельного оборудования теплоисточников Удмуртской Республики, включающий:

– базу данных теплоисточников и геоинформационную систему;

– модуль первичного анализа данных и расчета надежности котельных.

Программно-вычислительный комплекс позволяет рассчитывать оптимальные планы реконструкции теплоисточников соответствующих районов и республики в целом при любой стратегии финансирования.

2. Разработана методика расчета надежности распределенной системы теплоснабжения.

3. Разработана математическая модель для оптимального управления инвестициями по критерию надежности распределенной системы теплоснабжения.

4. Разработан подход, позволяющий свести исходную нелинейную задачу оптимизации к оптимизационной задаче с булевыми переменными, для решения которой использован генетический алгоритм с бинарным кодированием.

5. Надежность распределенной системы теплоснабжения районов УР изменяется в пределах от 0,10 до 0,63. Взвешенная на-

дежность распределенной системы теплоснабжения УР составляет 0,28.

6. Изучено влияние условий финансирования на динамику повышения надежности системы теплоснабжения. В частности, получены следующие результаты:

– изменение надежности системы имеет циклический характер с периодом колебаний ~7–10 лет;

– период и амплитуда колебаний зависят от условий финансирования;

– равномерное финансирование реконструкции котельных по сравнению с неограниченным финансированием позволяет экономить финансовые ресурсы на 6–7 % при достижении тех же уровней надежности распределенной системы теплоснабжения.

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы по направлениям «Новые и возобновляемые источники энергии» и «Производства топлив и энергии из органического сырья».

Список литературы

1. Гнеденко В.Б., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.

2. Гусев Ю.Л., Копьев С.Ф. Котельные установки и тепловые сети. – М.: Госстройиздат, 1962. – 312 с.

3. Колмогоров А.Н., Хинчин А.Я. Теория массового обслуживания. – М.: Наука, 1972. – 250 с.

4. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 200. – № 1. – С. 18–22.

5. Ноздренко Г.В., Зыков В.В. Надежность теплооборудования ТЭС. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1996. – 72 с.

6. Попырин Л.С. Надежность источников тепла и их объединений // Теплоэнергетика. – 1993, № 12. – С. 8–11.

7. Преснухин В.К., Семакин И.В., Сайранов А.С. Методика расчета надежности региональной распределенной системы теплоснабжения // Вестник ИжГТ". – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2009. – № 4. – С. 169–172.

8.Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньская, Л. Рутковский; пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.

9. Ушаков А.П. Надежность технических систем. – М.: Радио и связь, 1985 – 297 с.

10. Черкасов Г.Н. К количественной оценке надежности отопительно-производственных котельных // Изв. вузов. Энергетика. – 1987. – № 3. – С. 43–48.

Рецензенты:

Вахрушев А.В., д.ф.-м.н., профессор, зав. отделом Института прикладной механики УрО РАН, г. Ижевск;

Касаткин В.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой ФГБОУ ВПО Ижевской ГСХА, г. Ижевск.

Работа поступила в редакцию 19.08.2011.

УДК 621 (075.8):51.001.57

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ПОЛИМЕРА В ОДНОШНЕКОВОМ ЭКСТРУДЕРЕ

Сагиров С.Н.

ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: sim_vl@nm.ru

Проведен анализ результатов математического и имитационного моделирования процесса обработки полимера в одношнековом экструдере. Компьютерные модели для исследования процессов движения экструдата основаны на использовании численных методов решения дифференциальных уравнений с частными производными и позволяют рассчитывать поля скоростей и давлений (температур) расплава полимера. Адекватность моделей процесса движения экструдата обоснована идентификацией и верификацией на промышленных установках ПЧ-45, разработанных на основе предложенных структур, аппаратного и программного обеспечения.

Ключевые слова: экструдер, полимер, модель, компьютер

ANALYSIS AND MODELING OF POLYMERS MOTION IN SINGLE SCREW EXTRUDER

Sagirov S.N.

SEI HPE «Vladimir State University named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs», Vladimir, e-mail: sim_vl@nm.ru

The analysis of the results of mathematical modeling and simulation of polymer processing in single-screw extruder. Computer models for research of processes of extrudate movement are based on use of numerical methods of the decision of the differential equations with partial derivatives and fields of speeds and pressure (temperatures) fluid polymer allow to expect. Adequacy of the process models of the extrudate movement is proved by identification and verification on industrial extruder WGP-45 developed on the basis of offered structures, hardware and the software.

Keywords: extruder , polymer, model, computer

В современной промышленности экструзия широко используется для изготовления различных изделий из полимеров: труб, листов, пленок, профильных полос, кабельных оболочек и др. Основная сложность управления технологическим процессом экструзии заключается в его необратимости: система управления не может повлиять на выработанный материал, вышедший из профилирующего элемента. В этих условиях особое значение имеет совершенствование технических средств автоматизации и алгоритмов управления технологическим процессом [3].

В большинстве случаев, качество конечного продукта в экструзии зависит от процессов плавления, течения и смещения полимера [4]. Совершенствование оборудования производится либо с помощью предварительного моделирования, либо с помощью экспериментального оборудования, которое предоставляет возможность визуализации потока. Это требует больших затрат времени и средств. При этом система управления экструзией обычно состоит из разрозненных локальных регуляторов, которые не взаимодействуют друг с другом. Даже при сведении всех параметров в единый модуль, например, промышленный компьютер, функциональная схема системы практически не изменяется [2]. В итоге, качество продукции достигается в результате экспериментального подбора коэффициентов и заданий регуляторов. В случае с промышленным компьютером изменение данных параметров автоматизируется, но не достигается качественно новый уровень управления.

Из-за того, что температура экструдата измеряется не в шнеке, а в непосредственной близости от него и от нагревателей, значение температуры отличается от действительной температуры в канале. Если идентифицировать отдельно взятый контур регулирования температуры, то объект будет выглядеть как апериодическое звено первого порядка с запаздыванием, но для формирования управляющего воздействия необходимо учитывать взаимосвязь данного контура управления с другими узлами линии. К параметрам, по которым можно оперативно оценивать состояние технологического процесса, можно отнести давление в зоне экструзии и нагрузку привода шнека, если рассматривать серийные экструдеры.

Цель работы – составление математической и компьютерной моделей процесса преобразования энергии, изменения состояния и движения полимера в экструдере для повышения эффективности управления мехатронным комплексом экструзионного производства.

Математическое моделирование процессов в экструдере

В результате развития вычислительных средств, в настоящее время имеется возможность не только предварительно промоделировать поток полимера в канале шнека на основе существующих математических моделей (для уточнения геометрических форм канала и параметров оборудования), но и сформировать управляющее воздействие на основе рассчитанных параметров [1]. Для оптимального управления необходимо рассматривать процесс, как систему из многих переменных, взаимодействие которых полностью известно и может быть использовано в системе управления. В общем случае, моделирование экструзионного процесса затруднено многообразием конструктивного оформления экструдеров и различными свойствами полимеров, но при отладке модели на одном оборудовании, адаптировать результаты работы для иного оборудования будет проще.

Для моделирования процессов в одношнековом экструдере должны учитываться следующие особенности:

– модель должна быть динамической;

– необходимо моделирование фазового перехода экструдата из твердого в жидкое состояние;

– требуется моделирование потока неньютоновской жидкости;

– необходимо учитывать нелинейную зависимость вязкости полимера от температуры.

В работе использовались предположения, сделанные У. Дарнеллом и Э. Молом [1], которые первыми провели всесторонний анализ движения материала в одношнековых экструдерах:

– отдельные твердые частицы ведут себя подобно сплошной среде;

– твердая пробка находится в контакте со всей стенкой канала, то есть поверхностью цилиндра, телом шнека, активной стороной нарезки и пассивной стороной нарезки;

– глубина канала постоянна;

– твердая пробка движется как поршень;

– зазором между выступом нарезки шнека и цилиндром можно пренебречь.

Материал в шнеке перемещается вперед в результате движения поверхности шнека относительно поверхности цилиндра. Скорость движения полимера в твердой фазе в значительной мере определяется силами, действующими на границах твердых поверхностей. При любом движении со скольжением, когда действуют силы трения, происходит выделение тепла. Средняя температура T нагрева поверхностного слоя при трении оценивается следующим эмпирическим соотношением:

$$T = \frac{\delta f k_\sigma V}{I\left(\lambda_m + 2{,}6\, k_n \rho \dfrac{\sqrt{\alpha V}}{\lambda_g}\right)}, \qquad (1)$$

где δ – коэффициент распределения теплоты между трущимися телами; f – коэффициент трения; k_σ – давление контакта; V – скорость скольжения; ρ – плотность материала; I – теплопроводность.

Скорость выделения тепла, обусловленного трением, равна произведению силы трения F_f на относительную скорость $D\upsilon$:

$$\dot{Q} = F_f \Delta\upsilon = f F_n \Delta\upsilon, \qquad (2)$$

где F_n – нормальная сила; f – коэффициент трения.

Передача теплоты происходит во всех случаях, когда в теле существует температурный градиент. В данном случае рассматриваем нестационарную задачу. По закону Фурье, который лежит в основе всех расчетов теплопроводности, для изотропных материалов вектор теплового потока q пропорционален температурному градиенту:

$$q = k\nabla T \ , \qquad (3)$$

где q – количество теплоты, проходящей через единичную поверхность, перпендикулярную направлению теплового потока; k – коэффициент теплопроводности. Полагая в уравнении энергетического баланса $V = 0$, получим:

$$\rho C_v \left(\frac{\partial T}{\partial t}\right) = -(\nabla q). \qquad (4)$$

Уравнение (4) представляет собой уравнение теплопроводности для изотропного твердого тела.

Если внутри изотропного тела имеется источник тепла, то уравнение (4) необходимо дополнить членом, учитывающим тепловыделение:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a\nabla^2 T + \frac{G}{\rho C_v}, \qquad (5)$$

где $a = k/\rho C_p$ – коэффициент температуропроводности; ∇^2 – оператор Лапласа в прямоугольной системе координат; G – интенсивность внутренних тепловыделений, отнесенная к единице объема; замена Cv на C_v в уравнении (5) возможна для несжимаемых твердых тел.

$$\nabla^2 T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial T^2}{\partial y^2} + \frac{\partial T^2}{\partial z^2}. \qquad (6)$$

Аналитическая теория нестационарной теплопроводности располагает большим

набором решений одномерных задач, к которым принято сводить все многообразие задач, встречающихся в инженерной практике. В настоящее время получены аналитические решения для теплопроводности в плоской стенке, в цилиндре, в корпусе и в сфере.

Связь между компонентами тензора напряжений p_{ij} и тензора скоростей деформаций ε_{ij} определяется выражением:

$$p_{ij} = \eta_\alpha 2\varepsilon_{ij} \, (i, j = x, y, z). \tag{7}$$

В качестве реологического уравнения используется обобщенный степенной закон [2]:

$$\eta_a = \mu_0 e^{-b(T-T_0)} \left(\frac{1}{2} I_2\right)^{\frac{1-n}{2n}}. \tag{8}$$

Здесь η_a – эффективная вязкость, μ_0 – значение эффективной вязкости при $\frac{1}{2} I_2 = 1$ (зависит от материала), T – абсолютная температура, T_0 – температура приведения, n – индекс течения (зависит от материала), I_2 – квадратичный инвариант тензора деформаций, определяемый следующим образом:

$$I_2 = 4\left[\left(\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}\right)^2\right] + 2\left(\frac{\partial \upsilon_x}{\partial y} + \frac{\partial \upsilon_y}{\partial x}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial \upsilon_y}{\partial z} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial y}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial \upsilon_x}{\partial z} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial x}\right)^2. \tag{9}$$

Уравнение энергетического баланса, составленное для установившегося режима в предположении, что все теплофизические характеристики не зависят от температуры, имеет вид:

$$\rho c_p \left(\upsilon_x \frac{\partial T}{\partial x} + \upsilon_y \frac{\partial T}{\partial y} + \upsilon_z \frac{\partial T}{\partial z}\right) = -k_m \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) + p_{xx} \frac{\partial \upsilon_x}{\partial x} + p_{yy} \frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + p_{zz} \frac{\partial \upsilon_z}{\partial z} + p_{xy}\left(\frac{\partial \upsilon_x}{\partial y} + \frac{\partial \upsilon_y}{\partial x}\right) + p_{xz}\left(\frac{\partial \upsilon_x}{\partial z} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial x}\right) + p_{zy}\left(\frac{\partial \upsilon_y}{\partial z} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial y}\right); \tag{10}$$

где ρ – плотность расплава; c_p – теплоемкость расплава; T – температура расплава; k_m – коэффициент теплопроводности расплава.

Уравнения (1)–(10) положены в основу компьютерной модели движения полимера в канале экструдера.

Результаты вычислительного эксперимента

Решение уравнений (1)–(10) проводилось методом конечных элементов и методом сеток. На рис. 1 представлены результаты расчетов векторного поля давлений в канале шнека, рассчитанного методом конечных элементов.

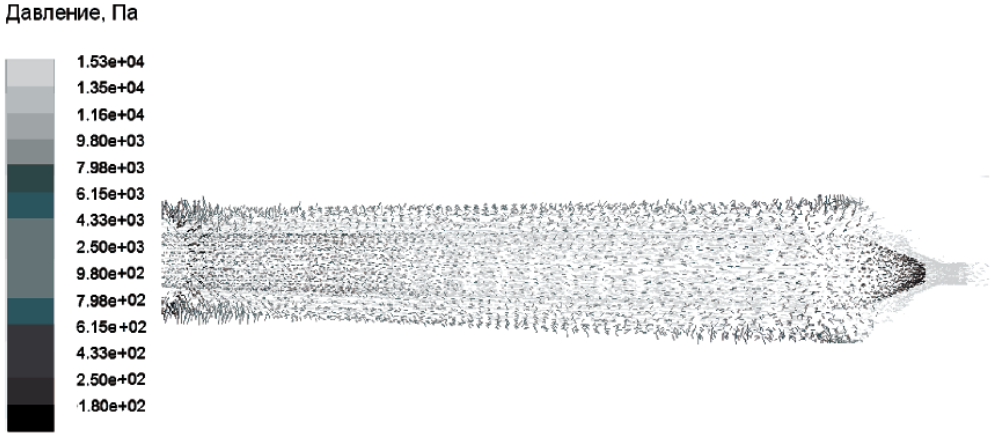


Рис. 1. Векторное поле давления полимера в канале шнека

Параметры полимера: коэффициент теплопроводности 0,1817 Вт/(м·К); температура плавления полимера 110 °С; температура экструзии 149 °С; теплоемкость полимера в расплавленном состоянии 2596 Дж/(кг·К); теплоемкость полимера в твердом состоянии 2763 Дж/(кг·К); плотность расплава полимера 791 кг/м^3; плотность твердого полимера 915,1 кг/м^3. Характеристика процесса: массовый расход 61,7/3600 кг/с; диаметр 0,0635 м; глубина канала 0.009398 м; ширина канала 0,05416 м; угол подъема винтового канала по наружному диаметру червяка 17,65.

Распределение температуры в канале шнека показано на рис. 2 и 3. Расчеты проведены с использованием метода сеток, так как он является наиболее удобным для программирования. Результаты подобных расчетов можно учитывать при формировании управляющего воздействия в системе управления экструдером.

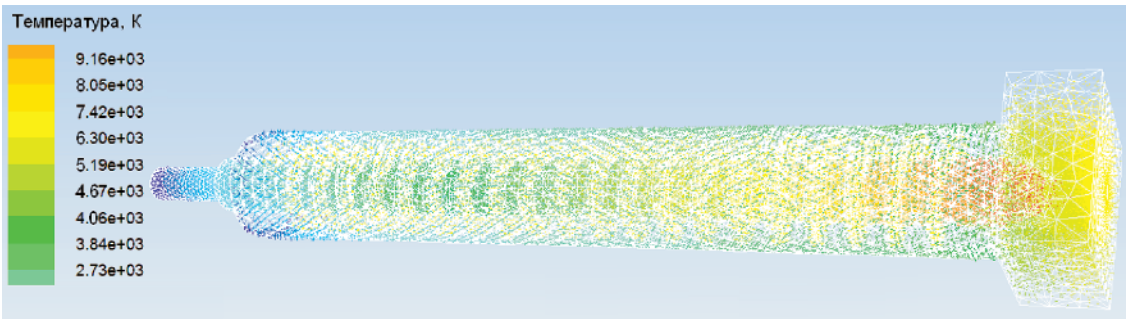


Рис. 2. Распределение температуры в канале шнека

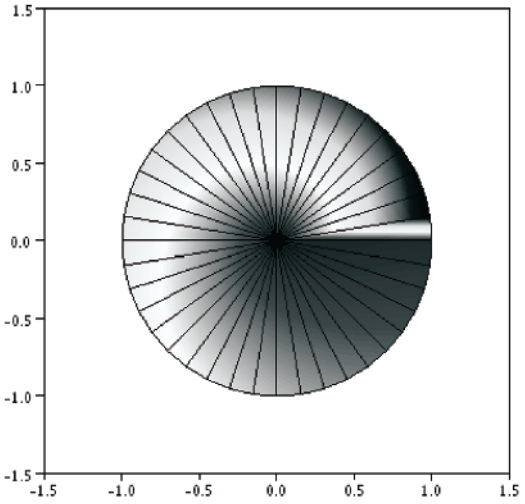


Рис. 3. Результат численного моделирования распределения температуры в канале шнека в разрезе

Основная часть энергии, которая идет на плавление полимера, выделяется в процессе трения. Это очевидно как при сравнении потребления энергии нагревателями и приводом пресса, так и при рассмотрении результата расчета, представленного на рис. 4. Решение дифференциального уравнения, описывающего выделение тепла в результате действия диссипативных сил, выполнено методом сеток.

Приведенные результаты расчетов служат основой для настройки регуляторов температуры таким образом, чтобы состояние экструдата соответствовало желаемому: была необходимая вязкость, температура. Ввиду инерционности процессов теплораспределения, в период прогрева экструдера измеряемая температура будет отличаться от действительной температуры в зоне на десятки градусов. В процессе производства (в установившемся режиме) разница между измеряемой и действительной температурой будет не более 2 °С.

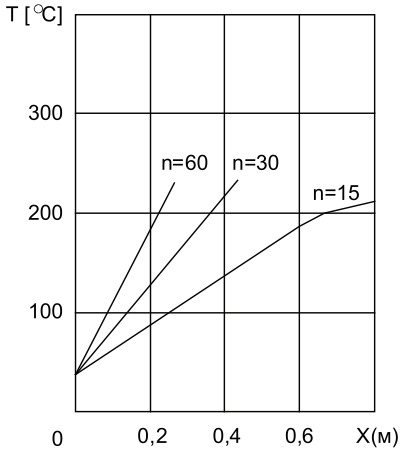


Рис. 4. Результаты расчётов температуры в теплоносителе экструдере при различной частоте шнека (n, об./мин)

Выводы

Разработанные компьютерные модели для расчета процессов движения экструдата основаны на использовании численных методов решения дифференциальных уравнений с частными производными и позволяют

с достаточной точностью рассчитать поля скоростей и давлений (температур) расплава полимера.

Адекватность разработанных математических моделей процесса движения экструдата обоснована идентификацией и верификацией на промышленных установках ПЧ-45, разработанных на основе предложенных структур, аппаратного и программного обеспечения.

Таким образом, приведенные математические модели эффективны для идентификации состояния экструзионных процессов, за счет чего достигается качественно новый уровень управления мехатронной системой.

Статья подготовлена с использованием результатов, полученных при проведении поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, государственный контракт № 16.740.11.0397 от 01.12.2010.

Список литературы

1. Малафеев С.И., Дегтярев К.А. Исследование и моделирование течения вязкой жидкости в винтовом канале экструдера // Материалы VI Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ-06). 26 июня – 1 июля 2006 г., Санкт-Петербург. – М.: Вузовская книга, 2006. – С. 237–239.

2. Малафеев С.И., Сагиров С.Н. Автоматизированная система управления экструзией полимерных материалов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2010. – № 2. – С. 10–12.

3. Раувендааль К. Экструзия полимеров: пер. с англ. – СПб.: Профессия. 2006. – 768 с.

4. Торнер Р.В. Теоретические основы переработки полимеров (механика полимеров). – М.: Химия, 1977. – 464 с.

Рецензенты:

Кульчицкий А.Р., д.т.н., профессор, зам. главного конструктора по испытаниям ООО «Владимирский моторно-тракторный завод» г. Владимир;

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок Владимирского государственного университета им. А. Г. и Н. Г. Столетовых Министерства образования и науки, г. Владимир;

Малафеева Э.В., д.м.н., профессор кафедры микробиологии с вирусологией и иммунологией ГОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения и социального развития РФ, г. Ярославль.

Работа поступила в редакцию 19.07.2011.

УДК 622.8; 622.4

РЕГУЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ГОРНЫХ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК

Тахо-Годи А.З.

Донской государственный аграрный университет, Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский, e-mail: dongau@mail. ru

Рассмотрены современные способы и технические средства повышения эффективности проветривания тупиковых горных выработок. Показано, что основным недостатком этих способов является необходимость использования дополнительных источников тяги и соответствующих трубопроводов из жестких материалов. Предложена новая конструкция регулирующего устройства, способного перераспределять дебит общешахтной вентиляции для проветривания подобных выработок, как в штатных, так и в аварийных режимах, не требующая обязательного использования дополнительных источников тяги.

Ключевые слова: рудники и угольные шахты, тупиковые выработки, способы проветривания, регулирующие устройства

CONTROLLING DEVICE FOR MANAGERIAL SISTEM VENTILATION MOUNTAIN DEAD-END PRODUCTIONS

Tacho-Godi A.Z.

Donskoy state agrarian university, Rostov region, October district, p. Persianovskiy, e-mail: dongau@mail. ru

They Are Considered modern ways and technical facilities of increasing to efficiency of the ventilation of the dead-end mountain mine's area. it is shown that main defect of these ways is need of the use the consources of the pulling and corresponding to pipe line from hard material. It is offered new construction controlling device, available to transfer mine common ventilations debit for ventilation similar mine's area both in at staff, and at emergency condition, not requiring binding use the consource of the pulling.

Keywords: mines and coal mines, mountain dead-end area, ways of the ventilation, adjusting device

Предлагаемое устройство предназначено, главным образом, для автоматизации управления проветриванием горных тупиковых выработок рудников и угольных шахт, опасных по газовому фактору.

Известен способ проветривания тупиковой выработки путем отсоса воздуха, загрязненного угольной пылью и взрывоопасными газами с помощью дополнительного источника тяги (вентилятора местного проветривания, ВМП), установленного возле горловины тупикового хода и специальных трубопроводов, наращиваемых по мере продвижения тупиковой выработки [1].

К недостаткам такого технического решения можно отнести, во-первых, необходимость использования дополнительного источника тяги, во-вторых, повышение трудоемкости монтажных работ, связанных с наращиванием трубопроводов, изготовленных из жестких материалов.

Известны также следующие способы комбинированного проветривания тупиковых выработок:

а) с одним ВМП и с установкой перемычки;

б) с двумя ВМП и с установкой перемычки;

в) с двумя ВМП без перемычки [2].

Общим недостатком этих способов является также необходимость использования дополнительных источников тяги и применение трубопроводов, изготовленных из жестких материалов.

Известен способ естественного проветривания тупиковой выработки за счет циркуляционного вихревого движения воздуха [3].

Основным недостатком данного способа является не всегда достаточно эффективная вентиляция за счет естественного воздухообмена, особенно при резких «всплесках» концентрации метана и угольной пыли.

Усовершенствованием этого способа является применение дополнительного источника тяги (ВМП), устанавливаемого в один из контуров вихревого циркуляционного движения воздуха, с помощью которого удается ускорить движение воздуха во всех остальных контурах и, таким образом, повысить эффективность проветривания [4].

Недостатком этого способа является также необходимость применения дополнительного источника тяги для повышения эффективности проветривания.

Все более поздние патентные заявки на изобретения новых способов проветривания тупиковых выработок также основаны на использовании дополнительных источников тяги [5].

Известны современные разновидности технических средств автоматизации подземного оборудования, в том числе регу-

лирующие устройства, используемые для управления распределением вентиляционного воздуха по горным выработкам [6].

Основным недостатком этих разновидностей регулирующих устройств является их недостаточная эффективность при управлении проветриванием тупиковых выработок.

Рассмотрим наиболее широко применяемое регулирующее устройство типа «вентиляционная дверь с регулирующим окном», рис. 1 [6], состоящее из двух створок 1, тяг 2, исполнительного механизма 3, открывающего или закрывающего створки вентиляционного окна и управляющего устройства 4. Открытие или закрытие вентиляционных дверей осуществляется с помощью пневматического исполнительного механизма с электропневмоклапаном (поскольку при аварийной ситуации по требованиям ПБ электроэнергия на участках шахты автоматически отключается).

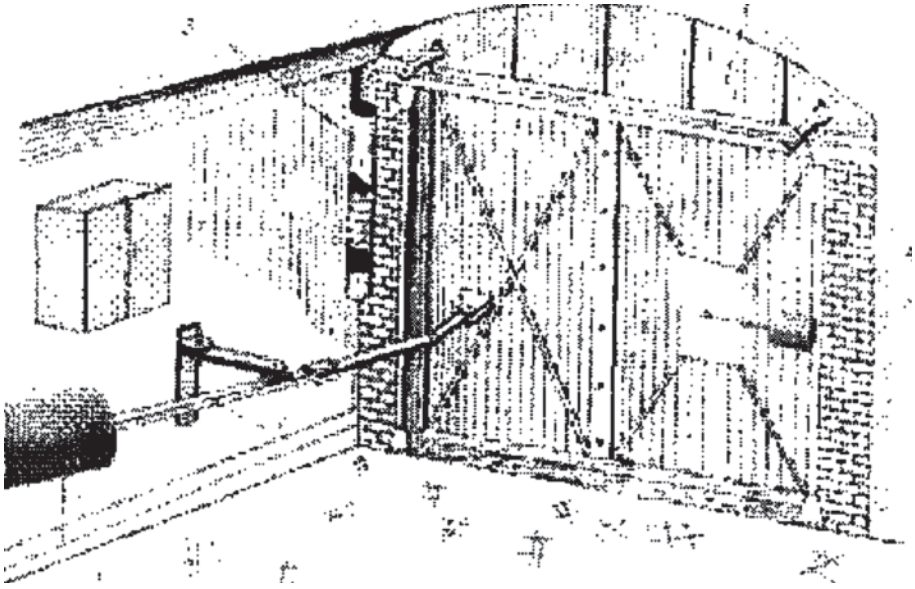


Рис. 1. Вентиляционная дверь с вентиляционным окном

Использование подобного регулирующего устройства для управления проветриванием тупиковой выработки не эффективно, так как даже в штатном режиме работы системы вентиляции дебит воздуха на проветривание тупиковых выработок за счет общешахтной депрессии, как правило, недостаточен. Установка же таких «дверей» на пути движения воздуха приведет лишь к увеличению ее аэродинамического сопротивления. В условиях потенциально возможной аварийной ситуации такое регулирующее устройство не позволит в нужный момент времени направить в тупиковую выработку максимально необходимое количество вентиляционного воздуха для ее экстренного проветривания.

Повышение эффективности автоматического управления проветриванием тупиковых выработок может быть достигнуто за счет использования регулирующего устройства предлагаемой конструкции.

Основным условием его работоспособности является обязательное размещение регулирующего устройства в горловине тупиковой выработки и его изготовление из уголковой стали в виде треугольной пирамидальной конструкции с перемещаемыми заслонками жалюзийного типа. Как показали проведенные предварительные исследования, такая конструкция регулирующего устройства действительно способна перераспределять и направлять в произвольный момент времени необходимую часть вентиляционного воздуха на проветривание тупиковой выработки без установки дополнительного источника тяги.

На рис. 2 представлены: тупиковая выработка 1, вентиляционный штрек 2, управляющее устройство 3 с необходимым набором датчиков концентрации метана и угольной пыли, регулирующее устройство 4 с заслонками жалюзийного типа 5, перемещаемые управляемым пневматическим приводом 6. Регулирующее устройство 4 выполнено с возможностью его наращивания дополнительными секциями 7 по мере продвижения тупиковой выработки.

Регулирующее устройство 4, установленное, как уже упоминалось, в горловине тупиковой выработки, должно быть закреплено на стенке вентиляционного штрека анкерными соединениями таким образом, чтобы вершина треугольной пирамидаль-

ной металлической конструкции, выполненной из уголковой стали с заслонками жалюзийного типа, была бы направлена в сторону тупиковой выработки вдоль ее среднего вертикального сечения. Тогда по сигналам управляющего устройства 3 пневматические исполнительные устройства 6 будут перемещать вдоль направляющих соответствующие заслонки, перераспределяя и направляя часть потока воздуха, проходящего по вентиляционному штреку 2 на проветривание тупиковой выработки 1. В условиях опасной ситуации, близкой к чрезвычайной, когда концентрации метана и угольной пыли в атмосфере призабойного пространства тупиковой выработки превысят предельно-допустимые значения, регулирующее устройство 4 предлагаемой конструкции способно направить максимально возможную часть воздуха, проходящего через вентиляционный штрек (и даже весь поток вентиляционного воздуха) на проветривание призабойного пространства тупиковой выработки. Это в значительной мере позволит снизить вероятность взрывов метана и возгорания угольной пыли.

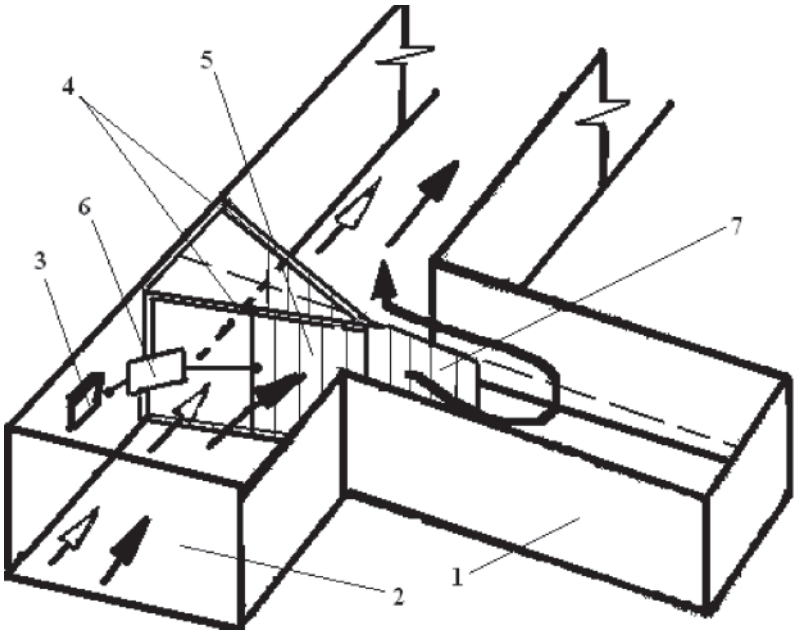


Рис. 2.Конструкция регулирующего устройства:
1 – тупиковая выработка; 2 – вентиляционный штрек; 3 – управляющее устройство; 4 – регулирующее устройство; 5 – заслонки жалюзийного типа; 6 – пневматический исполнительный механизм; 7 – дополнительные воздухонаправляющие секции, наращиваемые по мере продвижения тупиковой выработки

Использование регулирующего устройства предлагаемой конструкции не требует обязательного использования дополнительных источников тяги и специальных трубопроводов из жестких материалов.

Список литературы

1. Справочник по рудничной вентиляции / под ред. Н.З. Ушакова. – М.: Недра, 1977. – С. 215.

2. Справочник по рудничной вентиляции / под ред. Н.З. Ушакова. – М.: Недра, 1977. – С. 217–217.

3. Красноштейн А.Е., Файнбург Г.З. Диффузионные методы расчета проветривания шахт и рудников. – Екатеринбург, 1992. – С. 148–164.

4. Заявка на изобретение №94027800/03 от 25.04.1994 г.

5. Овсянников Ю.А., Кораблев А.А., Топорков А.А. Автоматизация подземного оборудования. Справочник рабочего. – М.: Недра, 1990. – 287 с.

6. Шатилова Е.Е., Оголобченко А.С. Обоснование структуры системы автоматизации процесса проветривания угольных шахт, опасных по газу // Севергеоэкотех-2009: материалы X Международной молодежной научной конференции. – Ухта.: УГТУ, 2009. – С. 436.

Рецензенты:

Коханенко В.Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Технология и прикладная механика» Донского государственного аграрного университета, г. Новочеркасск;

Глебов Н.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Автоматика и мехатроника» Южно-Российского государственного технического университета, г. Новочеркасск.

Работа поступила в редакцию 28.07.2011

УДК 665.37:678.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ФОСФОЛИПИДНОГО КОНЦЕНТРАТА – МОДИФИКАТОРА ПОЛИИЗОПРЕНА

[1]Цыганова М.Е., [1]Рахматуллина А.П., [1]Лиакумович А.Г., [2]Потапов Е.Э., [3]Степанова Г.С.

[1]Казанский государственный технологический университет, Казань, e-mail: tsiganovamarina@mail.ru;

[2]Московский государственный технологический университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова;

[3]ОАО «Казанский жировой комбинат»

Методами химического и физико-химического анализа (ЯМР, ИК-спектроскопия, масс-спектрометрия, жидкостная хроматография) исследован состав фосфолипидного концентрата, выделенного из растительных масел, данные которых позволили отнести его к фосфолипидам, содержащимся в натуральном каучуке. Установлено, что фосфолипидный концентрат содержит гидроксильные, аминные, карбонильные группы и двойные связи. В состав фосфолипидного концентрата входят, преимущественно, пальмитиновая, олеиновая и линолевая кислоты. Рассмотрены возможные структурные формулы фосфолипидов. Активность фосфолипидного концентрата в химическом взаимодействии была изучена на модельной реакции фосфолипида с высшим α-олефином – гексеном-1. Установлено, что фосфолипидный концентрат обладает амфифильными свойствами. Показано, что фосфолипидный концентрат повышает когезионную прочность резиновых смесей на основе СКИ-3 и его можно отнести к перспективным модификаторам растительного происхождения для синтетических каучуков.

Ключевые слова: фосфолипидный концентрат, модификатор, функциональные группы, синтетический и натуральный изопреновые каучуки

RESEARCH OF STRUCTURE OF PHOSPHATIDE CONCENTRATE – THE POLYISOPRENE MODIFIER

[1]Tsyganova M.E., [1]Rakhmatullina A.P., [1]Liakumovich A.G., [2]Potapov E.E., [3]Stepanova G.S.

[1]Kazan State Technological University, Kazan, e-mail: tsiganovamarina@mail.ru;

[2]The Moscow state technological university of thin chemical technologies of M.V. Lomonosova;

[3]The Kazan fatty combine

Composition of the phosphatide concentrate, extracted from seed oils, data of which allowed to attribute him to the phosphotides contained in natural rubber was researched by methods of physical-chemical and chemical analyses (NMR, IR-spectroscopy, mass-spectrometry). It is set, that the phosphatide concentrate contains hydroxylic, amine, carbonyl groups and double bonds. The structure of phosphatide concentrate consists mainly palmitic, oleic and linoleic acids. The possible structural formulas of phospholipids was considered. phosphatide concentrate activity in the chemical interaction has been studied in a model reaction of a phospholipid with a higher α-olefin, hexene-1. It is established that the phospholipid concentrate has amphiphilic properties. It is shown that the phospholipid concentrate improves cohesive strength of rubber compounds based on SIR-3 and it can be considered as perspective modifiers of plant origin for synthetic rubbers.

Keywords: phosphotide concentrate, modifier, functional groups, synthetic and natural rubber

Проблеме получения синтетического аналога натурального каучука (НК) уделяется огромное внимание многих ученых. К настоящему времени установлено, что важно не только полное воспроизведение молекулярной структуры НК, но и моделирование входящих в его состав некаучуковых компонентов, в том числе химически связанных с макромолекулами полиизопрена [1]. По мере накопления экспериментальных данных по модификации синтетического изопренового каучука СКИ-3 фосфолипидным концентратом (ФЛК) [2] актуальным становится вопрос о составе модификатора.

ФЛК, полученный путем физической рафинации растительных масел (например, подсолнечного или рапсового), может содержать в своем составе фосфолипиды, имеющиеся в натуральном каучуке, которые и придают ему уникальные свойства.

Фосфолипиды, содержащие в своей структуре двойные связи, могут рассматриваться не только как связующие агенты между молекулами каучука и белка [3], но и как перспективные модификаторы. На Казанском жировом комбинате, являющемся одним из крупнейших предприятий России, перерабатывается около 100 тыс. т растительных масел в год. И при содержании фосфолипидов в жирах около 1% образуется около 1 тыс. т в год фосфолипидного концентрата, которому необходимо найти квалифицированное применение.

Основной целью данной работы являлось исследование состава фосфолипидного концентрата и его способности к взаимодействию с непредельными соединениями.

Объектом для исследования являлся ФЛК, полученный из ОАО «Казанский жировой комбинат». Характеристика ФЛК представлена в табл. 1.

ИК-спектры снимали на Фурье спектрометре «Perkin-Elmer» 16 PC FT-IR и на ИК-спектрометре «Bruker – 400IK» с приставкой Нарушенного Полного Внутреннего Отражения с кристаллом ZnSe.

Состав фосфолипидного концентрата определяли на газовом хроматографе с масс-селективным детектором фирмы Agilent Technologies Inc. модель Agilent 7890A-5970C. Разделение смеси веществ проводили на неполярной колонке HP-5MS. Газ носитель – гелий. В качестве источника ионизации применялся электронный удар.

Кроме того, анализ состава ФЛК проводили на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с диодно-матричным и времяпролетным детектором 6210.

Таблица 1

Физико-химические показатели фосфолипидного концентрата

Содержание компонента, %, мас.			Йодное число, г I_2/100г
влага и летучие	масло	фосфолипиды	
0,8	39,2	60,0	67,2

ЯМР спектры регистрировались на спектрометре Bruker Avance III 400 МГц. Все образцы растворяли в дейтерированном растворителе $CDCl_3$ с заданной массовой долей 15–20 %. Для регистрации спектров использовали стандартные брукеровские программы. Спектры регистрировали при температуре 300 К. Для ЯМР ^1H спектров в качестве относительного сигнала использовали сигнал остаточного $CHCl_3$ в $CDCl_3$ на 7,23 ppm, для ЯМР ^{13}C использовали сигнал $CDCl_3$ на 77,00 ppm. Двойные связи в фосфолипидном концентрате и каучуке определяли по методу Гануса [4].

Ацетон – CH_3COCH_3; ГОСТ 2768–60. Прозрачная жидкость с резким запахом. $T_{пл} = -95{,}35\,°C$, $T_{кип} = 56{,}24\,°C$, смешивается с водой и органическими растворителями.

Толуол – $C_6H_5CH_3$; ГОСТ 5789–78. Прозрачная жидкость с резким запахом. $T_{пл} = -95\,°C$, $T_{кип} = 110\,°C$, растворимость в воде 0,014 %, смешивается со спиртами, эфирами.

Гексен-1 – C_6H_{12}; ТУ 2411-059-05766801–96. Прозрачная бесцветная жидкость со специфическим, выраженным запахом. $T_{пл} = -139{,}8\,°C$, $T_{кип} = 63{,}5\,°C$, $T_{всп} = -26{,}12\,°C$, $d^{20}_4 = 0{,}67317$, $n^{20}_d = 1{,}38788$. Не растворяется в воде, спиртах, эфирах, смешивается с углеводородами.

Модельную реакцию на примере взаимодействия гексена-1 с фосфолипидным концентратом проводили в металлической ампуле при эквимолярном соотношении исходных компонентов, давлении 0,2 МПа и температуре $T = 90\,°C$.

Химическую модификацию изопренового каучука СКИ-3 осуществляли в толуольном растворе при температуре 85–90 °С в течение 4,5–5,0 ч и варьировании фосфолипидного концентрата в интервале 3–5 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука.

Резиновые смеси готовили по рецептуре (мас. ч): изопреновый каучук СКИ-3 (50,0); дивинильный каучук СКД (30,0); бутадиен-α-метилстирольный каучук СКМС-30 АРКМ-15 (20,0); канифоль (1,0); углеводородные смолы (2,0); защитный воск (2,0); диафен ФП (1,0); ацетонанил (2,0); сера техническая (1,8); сульфенамид Ц (1,5); сантогард (0,2); оксид цинка (4,0); стеарин технический (2,0); технический углерод П234 (55,0).

Фосфолипидный концентрат – товарный продукт, содержащий различные фосфолипиды и триглицериды жирных кислот. В состав ФЛК входят: фосфолипиды, витамины А, Е, группы В, углеводы и минеральные вещества [4]. К фосфолипидам относятся лецитины и кефалины, фосфатидные кислоты, фосфосерины.

Методом ИК-спектроскопии исследован групповой состав ФЛК (табл. 2).

Для простоты обсуждения ИК-спектра ФЛК разделили его на несколько наиболее значимых областей частот: 3600–3000, 3000–2800, 1800–1700, 1700–1600, 1600–1500, 1500–1400, 1400–1000 $см^{-1}$, и область ниже 800 $см^{-1}$, в которых проявляются различные по форме и интенсивности колебания.

Очень широкая интенсивная полоса в области 3600–3000 $см^{-1}$ обусловлена высокохарактеристическими по форме валентными колебаниями гидроксильных групп (ν(OH)). В частности, область частот 3600–3500 $см^{-1}$ характеризуется интенсивными по форме колебаниями ν(OH), связанных внутримолекулярными водородными связями. А в области 3500–3300 $см^{-1}$ лежат частоты колебаний ν(OH), включенных в межмолекулярные водородные связи. Для малоинтенсивных полос поглощения в диапазоне 3400–3200 $см^{-1}$ характерны колебания ν(OH), связанных водородной связью OH···O = C. Кроме того, на ИК-спектре ФЛК проявляются и полосы в области 3630–3610 $см^{-1}$, соответствующие ν(OH), ответственные за колебания свободных гидроксильных групп. Образование водородных связей с участием гидроксильных групп способствует усилению интенсивностей валентных колебаний этих групп и поэтому колебания свободных групп ОН малоинтенсивны.

Полосы выше 3000 $см^{-1}$ ($\nu_{эксп} = 3009\ см^{-1}$) указывают на валентные колебания ν (CH) при ненасыщенной связи = CH–. Широкой полосе в области ~3000 $см^{-1}$ соответствуют асимметричные колебания (ν_{as}) (N^+H_3) и симметричные колебания ν_s (N^+H_3), которые сильно перекрываются полосой колебаний ν(CH) группы CH_3.

Таблица 2

Частоты ($см^{-1}$) значимых полос поглощения групп ФЛК

Характеристическая группировка	Теоретическое волновое число ($\nu_{теор.}$), $см^{-1}$ [5]	Экспериментальное волновое число ($\nu_{эксп.}$), $см^{-1}$
$-(CH_2)_n-$ Маятниковая, характерна для $n > 4$, сильная	725–720	722
ν P – O (POOH) сильная	1240–1180	1180
ν C–O–C в сложноэфирной группе	1275–1040	1240 и 1090
Метильная группа CH_3	1380–1355	1379
$-CH_2-N^+$ $-CH_2-$ соединена с электроакцепторным N^+	1440–1400	1410
ν (CH) в $-CH_2$ и $-CH_3$	1470 – 1400	1465
δ (N^+H) Аммонийные соединения (а также δ CH_3)	1600–1500	1530, 1550, 1570
ν (C = C) Двойная связь	1670–1600	1654
ν C = O Карбонильная группа	1700–1800	1711; 1744
ν_{as} (CH) в $-CH_2$ и $-CH_3$	3000–2800	2854 и 2925
ν (CH) C = C	3100–3000	3009
ν(OH) OH..O = C Широкая, малоинтенсивная	3400 –3200	3400–3200
N(OH) OH с межмолекулярными водородными связями	3500–3300	3300
N(OH) OH с внутримолекулярными водородными связями	3600–3500	3600–3500
N(OH) свободная OH	3640–3610	3630–3610

В области 3000–280 $см^{-1}$ лежат частоты средней интенсивности ν_{as}(CH) метильной группы $-CH_3$ ($\nu_{эксп.}$ = 2854 $см^{-1}$) и метиленовых групп $-CH_2$ ($\nu_{эксп.}$ = 2925 $см^{-1}$).

В области 1800–1700 $см^{-1}$ лежат валентные колебания карбонильной группы ν(C = O) $\nu_{эксп}$ = 1711 и 1744 $см^{-1}$.

Область частот 1670–1600 $см^{-1}$ соответствует валентным ν(C = C) при $\nu_{эксп}$ = 1654 $см^{-1}$.

Области 1600–1500 $см^{-1}$ принадлежат слабоинтенсивные полосы деформационных колебаний δ(N^+H) аммонийных соединений при трех максимумах $\nu_{эксп}$ 1530, 1550, 1570 $см^{-1}$. В этой же области лежат колебания, обоснованные деформационными колебаниями δ(CH) метильной группы – CH_3.

Область 1470–1400 $см^{-1}$ характеризуется колебаниями ν (CH) метильной группы -CH_3 и метиленовых групп $-CH_2$ $\nu_{эксп}$ = 1465 $см^{-1}$. Полоса в области 1440–1400 $см^{-1}$, имеющая небольшую интенсивность при частоте 1410 $см^{-1}$, обусловлена валентными колебаниями ν ($-CH_2-N^+$). Сам по себе молекулярный фрагмент N^+ не имеет характеристических полос. Следующие за ним колебания ν (CH) метильной группы $-CH_3$ при максимуме $\nu_{эксп.}$ = 1379 $см^{-1}$ имеют среднюю интенсивность.

На ИК-спектре анализируемого вещества в области 1250–1050 $см^{-1}$ имеются интенсивные полосы, в которых могут быть как валентные колебания ν(C–O–C) сложноэфирной группы, так и сильные валентные колебания ν (P–O) группы POOH. Сложность интерпретации этой области ИК-спектра возникла из-за близости и наложения колебаний этих группировок. Исследование структуры ФЛК методом ЯМР анализа позволило установить наличие фосфора (относительная интенсивность пика изотопа ^{31}P равна 0,58 ppm [6]) и наличие двойных связей с химическим сдвигом в диапазоне 4,75–5,75 ppm. Опираясь на полученные данные, установлено, что колебания при $\nu_{эксп.}$ = 1240 и 1090 $см^{-1}$ соответствуют валентным колебаниям ν(C–O–C) сложноэфирной группы, а при максимуме $\nu_{эксп.}$ = 1180 $см^{-1}$ – сильным валентным колебаниям ν (P–O) группы POOH.

Для области 725–720 $см^{-1}$ характерны маятниковые колебания структурного звена $-(CH_2)_n-$ при $n > 4$ $\nu_{эксп.}$ = 722 $см^{-1}$.

Фосфолипиды различаются как составом жирных кислот, так и структурой характеристической группы. В фосфатидилхолине такой группой является остаток холина. В других фосфолипидах такой группой могут быть остаток этаноламина, серина и другие полярные молекулы.

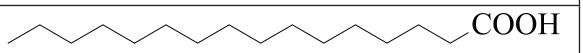
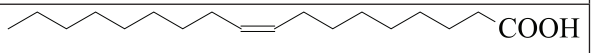
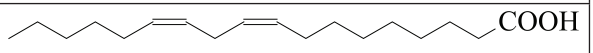
Исследуемый образец ФЛК можно отнести к моноаминофосфатидам (лецитин или кефалин) [4]. Моноаминофосфатиды

являются производными глицерина, предельных и непредельных жирных кислот, фосфорной кислоты и аминоалкоголей холина или коламина. У лецитинов, как и у прочих фосфатидов, имеется резко-выраженная полярная часть молекулы, включающая остаток фосфорной кислоты и холина [4].

Для определения жирно-кислотного состава в молекуле фосфолипидов был проведен их гидролиз метанольным раствором гидроксида калия с последующим анализом образовавшихся продуктов методом масс-спектрометрии (рис. 1–3). Согласно полученным данным в состав ФЛК входят, преимущественно, следующие жирные кислоты (табл. 3):

Таблица 3

Названия и структурные формулы высших жирных кислот, входящих в состав фосфолипидного концентрата

Систематическое название	Тривиальное название	Структурная форма
Гексадекановая	Пальмитиновая	
цис-9-октадеценовая	Олеиновая	
цис-9,12-октадекадиеновая	Линолевая	

Кроме того, анализ показал наличие метиловых эфиров этих кислот, поскольку гидролиз проводился в присутствии метанола (см. рис. 1–3). Основной пик, который наблюдается в масс-спектрах пальмитиновой и олеиновой кислот с прямой цепью возникает благодаря разрыву β-связи по отношению к карбонильной группе с миграцией γ-атома и образованием иона с m/e 74 по перегруппировке Мак-Лафферти (см. рис. 1–2) [7].

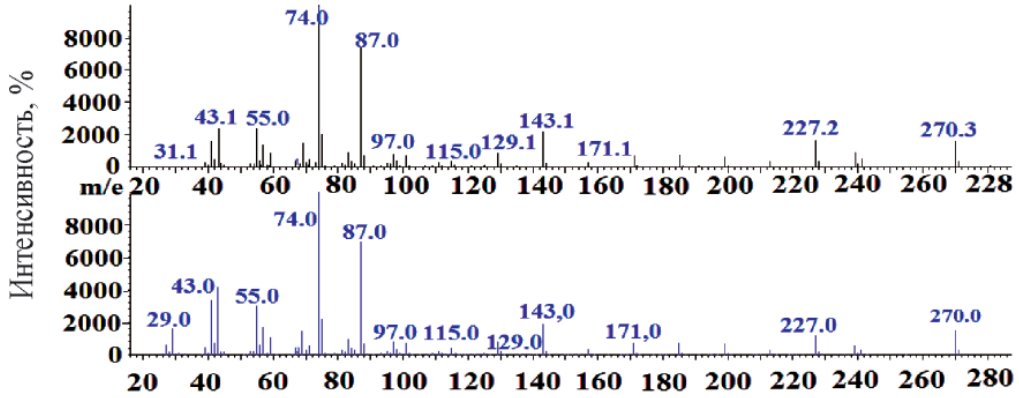


Рис. 1. Масс-спектры пальмитиновой кислоты и ее метилового эфира

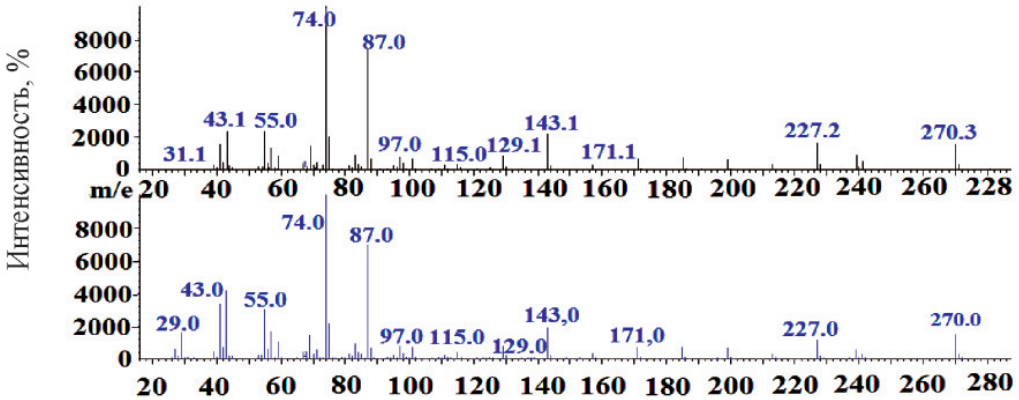


Рис. 2. Масс-спектры олеиновой кислоты и ее метилового эфира

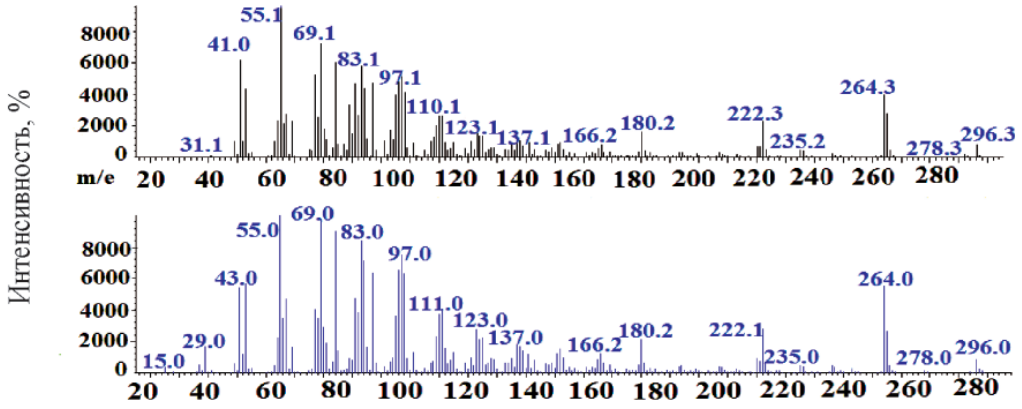
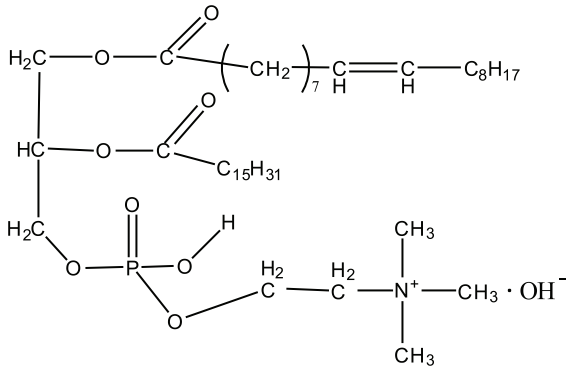


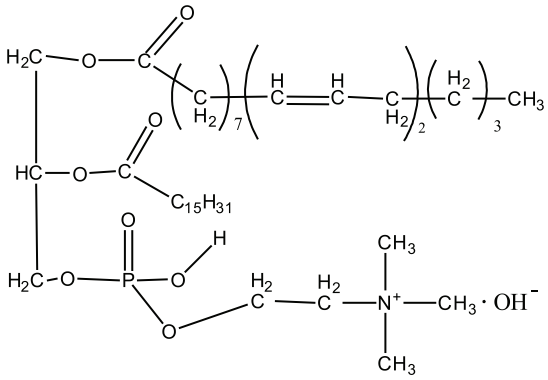
Рис. 3. Масс-спектры линолевой кислоты и ее метилового эфира

Рассмотрены возможные варианты нахождения данных кислот в молекуле фосфолипида (рис. 4–9) и рассчитаны молекулярные массы (М) полученных соединений. Следует отметить, что в процессе ионизации может произойти разрыв С–N связи, поскольку она характеризуется самой низкой энергией разрыва связи: $E_{C–N}$ = 224,0 кДж/моль. Энергии разрыва связей: $E_{C–C}$ = 263,0 кДж/моль, $E_{C=O}$ = 730,0 кДж/моль, $E_{C–O}$ = 314,0 кДж/моль, $E_{C–H}$ = 358,4 кДж/моль [8]. Основываясь на этих данных, были рассчитаны молекулярные массы образовавшихся молекулярных ионов (см. рис. 7–9) при проведении процесса ионизации.



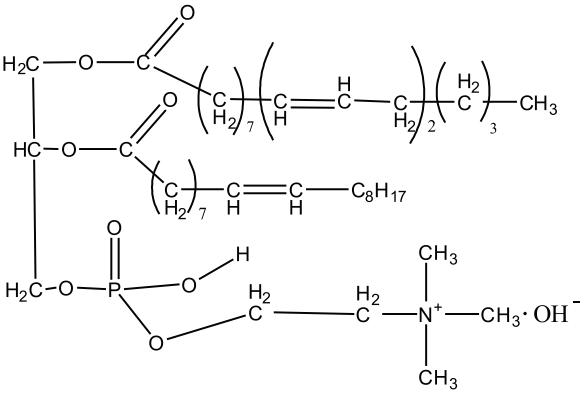
M = 777 г/моль

Рис. 4. Молекула моноаминофосфатида, содержащая жирно-кислотные остатки пальмитиновой и олеиновой кислот



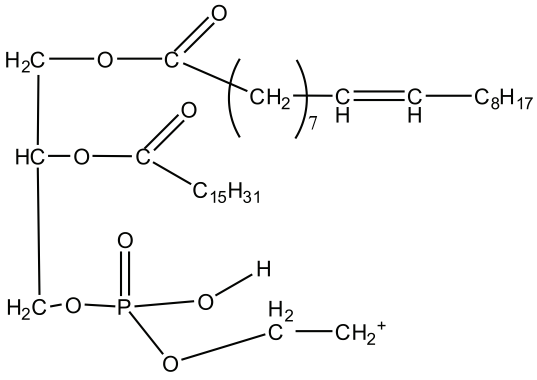
M = 775 г/моль

Рис. 5. Молекула моноаминофосфатида, содержащая жирно-кислотные остатки пальмитиновой и линолевой кислот



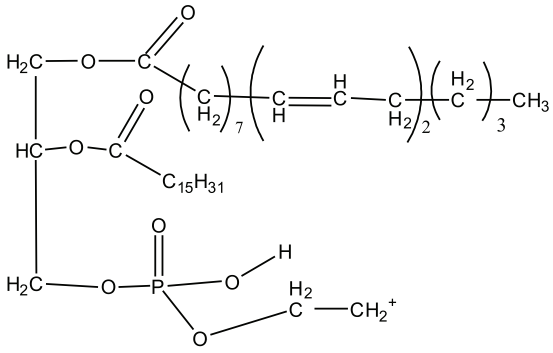
M = 801 г/моль

Рис. 6. Молекула моноаминофосфатида, содержащая жирно-кислотные остатки олеиновой и линолевой кислот



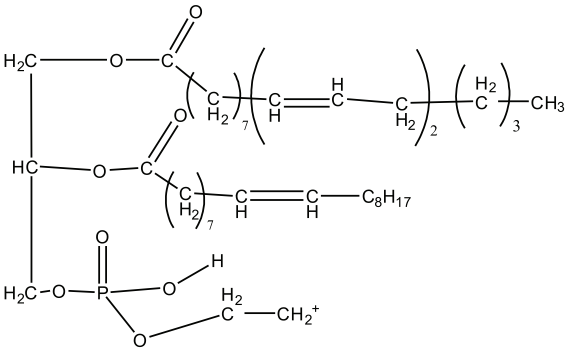
M = 701 г/моль

Рис. 7. Молекулярный ион моноаминофосфатида, содержащий жирно-кислотные остатки пальмитиновой и олеиновой кислот



M = 699 г/моль

Рис. 8. Молекулярный ион моноаминофосфатида, содержащий жирно-кислотные остатки пальмитиновой и линолевой кислот



M = 725 г/моль

Рис. 9. Молекулярный ион моноаминофосфатида, содержащий жирно-кислотные остатки олеиновой и линолевой кислот

Согласно результатам анализа методами жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии молекулярные массы молекулярных ионов равны: 685, 725, 737. Только для одного молекулярного иона с массой 725 полное совпадение значений экспериментальной и теоретически рассчитанной молекулярных масс. По остальным массам сложно подобрать формулы, поскольку нужны дополнительные исследования для выяснения процессов, происходящих в растворе и в источнике при ионизации. Таким образом, проведенные исследования показали, что моноаминофосфатиды являются производными глицерина, высших жирных кислот, а также остатка фосфорной кислоты и аминоалкоголей холина или коламина.

Молекула фосфолипида заключает в себе полярную и неполярную части, что способствует проявлению амфифильных свойств. Так, было установлено [9], что ФЛК, обладающий свойствами поверхностно-активных веществ, является важным ингредиентом резиновых смесей и способствует наилучшему диспергированию технического углерода в опытных композициях с его содержанием от 3 до 5 мас. ч. на 100 мас. ч. СКИ-3, что удовлетворяет необходимым требованиям к качеству изготовления резиновых смесей.

Активность ФЛК в химическом взаимодействии была изучена на модельной реакции фосфолипида с высшим α-олефином – гексеном-1, который с определенными допущениями моделирует структурное звено макромолекулярной цепи. Из представленной зависимости (рис. 10) видно, что в системе гексен-1:ФЛК происходит уменьшение йодного числа в системе, что свидетельствует о протекании химической реакции. Полимеризация гексена-1 в отсутствие фосфолипида, но в аналогичных условиях не происходит.

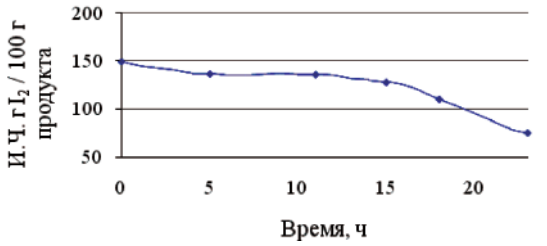


Рис. 10. Кинетическая кривая изменения йодного числа (И.Ч.) в системе гексен-1 : фосфолипид (T = 90 °C, P = 0,2 МПа)

Полученные результаты по исследованию ФЛК позволили объяснить эффективность его действия, как модификатора синтетического изопренового каучука СКИ-3 [2]. На основе модифицированных каучуков получены и испытаны резиновые смеси. Было установлено, что введение дополнительных функциональных групп в каучуковую матрицу приводит к увеличению когезионной прочности резиновых смесей (РС), что согласуется с литературными данными [10]. Когезионная прочность резиновых смесей на основе модифицированного каучука на 17% выше когезионной прочности РС на основе синтетического изопренового каучука СКИ-3 и на 28% меньше когезионной прочности РС на основе НК. В зависимости от используемого каучука наблюдается увеличение когезионной прочности РС в ряду: СКИ-3 < СКИ-3 модифицированный < НК. Полученные данные согласуются с результатами работы по модификации СКИ-3 белково-липидными комплексами [10], в которой показано, что по показателям когезионной прочности РС приближаются к уровню соответствующих показателей резиновых смесей на основе НК.

Выводы

1. Установлено, что фосфолипидный концентрат, выделенный в результате физической рафинации растительных масел, содержит функциональные группы: аминные, карбонильные, гидроксильные. Показано, что фосфолипид, содержащийся в используемом фосфолипидном концентрате, является моноаминофосфатидом (лецитином или кефалином) – структурным аналогом некаучуковых компонентов натурального каучука, обеспечивающим уникальность его свойств.

2. Показано, что фосфолипидный концентрат повышает когезионную прочность резиновых смесей на основе СКИ-3 и его можно отнести к перспективным модификаторам растительного происхождения для синтетических каучуков.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., ГК № 14.740.11.0383.

Список литературы

1. Имнадзе Е.Г. Модификация СКИ-3 в водной дисперсии серосодержащими аминокислотами // Каучук и резина. – 1985. – №4. – С. 19–21.

2. Цыганова М.Е. Модифицированные фосфолипидами синтетические изопреновые каучуки для шинных резин // Каучук и резина-2010: тезисы докл. II Всерос. научно-техн. конф. (Москва, 19-22 апр. 2010.). – М., 2010. – С. 176–177.

3. Потапов Е.Э. Химическая модификация эластомеров как способ получения синтетического аналога НК // Каучук и резина. – 2004. – №1. – С. 48–57.

4. Зиновьев А.А. Химия жиров. – М.: Пищпромиздат, 1952. – 552 с.

5. Преч Э., Бюльман Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений: таблицы спектральных данных. – М.: Мир, Бином, 2006. – 438 с.

6. Спутник химика. Физико-химические свойства, методики, библиография. – М.: Мир, 1976. – 542 с.

7. Преображенский Н.А., Евстигнеева Р.П. Химия биологически активных природных соединений (углевод-белковые комплексы, хромопротеиды, липиды, липопротеиды, обмен веществ). – М.: Химия, 1976. – 458 с.

8. Электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия: новый справочник химика и технолога: в 10т. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 838 с.

9. Диспергирование технического углерода в резиновых смесях под влиянием фосфолипидного концентрата / М.Е. Цыганова, А.П. Рахматуллина, А.Г. Лиакумович, Е.Э. Потапов // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №4. – С. 105–109.

10. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности: информационно-аналитическая база данных. – Казань: Федер. агенство по образованию. Казан. гос. технол. ун-т, 2010. – 506 с.

Рецензенты:

Хозин В.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой технологии строительных материалов и конструкций Казанского государственного архитектурно-строительного университета, г. Казань;

Захарова Л.Я., д.х.н., доцент, зав. лабораторией высокоорганизованных сред Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН, г. Казань.

Работа поступила в редакцию 11.07.2011.

УДК 66.014

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРОВ ПЛЕНОК КАУЧУКОВ В ПРИСУТСТВИИ МОДИФИКАТОРОВ НАНОРАЗМЕРНОГО ТИПА С ИНТЕРПРЕТАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ НА ОСНОВЕ ХЕМОМЕТРИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Чичварин А.В., Игуменова Т.И., Крахт Л.Н.

Старооскольский технологический институт (филиал) ФГОУ ВПО НИТУ МИСиС, Старый Оскол, e-mail: kaf.himia@mail.ru;

ГОУ ВПО «Воронежская государственная технологическая академия», Воронеж, e-mail: igymti8@rambler.ru.

Проведено исследование поведения различных каучуков в присутствии модификаторов наноразмерного типа. В качестве последних выбрана смесь фуллеренов группы C_{50}-C_{92}. Метод исследования – инфракрасная спектроскопия. Обработка массивов экспериментальных данных проведена для извлечения скрытой информации о химических взаимодействиях смеси фуллеренов с каучуковой основой. В работе проанализированы очень малые изменения оптической плотности характерных групп каучуков как реакция на введение смеси фуллеренов. Для решения поставленных задач применен многомерный факторный анализ. На основании статистической обработки полученных данных показана эффективность многомерного факторного анализа инфракрасных спектров. Показано влияние фуллеренов на макромолекулы исследуемых каучуков. Определен предположительный механизм взаимодействия вводимых модификаторов с каучуковой основой. Установлено, что взаимодействие смеси фуллеренов с каучуками протекает по несопряженным двойным связям.

Ключевые слова: каучук, фуллерен, факторный анализ, инфракрасный спектр

EXPLORATION INFRARED SPECTRUM OF SYNTHETIC RUBBERS SKIMS TOGETHER WITH CARBON NANOTUBE COUPLING AGENT FOR THE REASON CHEMOMETRICS APPROACH

Chichvarin A.V., Igumenova T.I., Kraht L.N.

Stary Oscol Technological institute (branch) NRTI «MISA», Stary Oscol, e-mail: kaf.himia@mail.ru; Voronezh State Tehnological Academy, Voronezh, e-mail: igymti8@rambler.ru.

The analysis of results chemo metrics research as respects to some synthetic rubbers skims together with nanomodifiers. Structure of use modifiers a mix of fullerenes C50-C92. Research synthetic rubbers skims carry out IR- spectroscopy. Data processing make for the purpose in order to receive hide information about chemical interaction fullerenes with synthetic rubber base. In this state analyze low fellow changes of transmission density typical chemical bond synthetic rubbers, under the impact of nanomodifiers. For solution these problems use multidimentional factor analysis. Statistical data manipulations show effectiveness multidimensional analysis of infrared spectrum. To determine influence fullerenes mix on the macromolecules of explore synthetic rubbers. Discover response mechanism nanomodifiers on the synthetic rubbers skims. Ascertain, what chemical reaction fullerenes mixes together with synthetic rubbers go on disconnected double bond.

Keywords: synthetic rubber, fullerene, infrared spectrum, factor analysis

В настоящее время внимание исследователей привлекает проблема создания полимеров, имеющих в своей структуре частицы наноразмерного типа. К таковым относятся углеродные наноматериалы, в частности, фуллерены и их смеси. Открытые в середине 80-х годов прошлого столетия [5] фуллерены вызывают большой интерес исследователей, благодаря гамме присущих им уникальных свойств. Модификация полимеров фуллеренами и углеродными наноматериалами позволяет получать композиции материалов с улучшенным комплексом эксплуатационных свойств [1, 4].

Особый интерес представляет изучение механизмов взаимодействия модификаторов наноразмерного типа, в качестве которых в данной работе используется смесь фуллеренов определенного состава, с каучуками различной структуры. В контексте этого основной проблемой является интерпретация получаемых экспериментальных данных ввиду чрезвычайной схожести результатов, что связано с малыми концентрациями вводимых модификаторов.

В качестве объектов исследования рассматривали полибутадиены СКД, синтезированные на неодимовом СКД Nd и титановом СКД Ti катализаторе, натуральный каучук двух видов – НК и НКМ – с различной степенью однородности; двойной сополимер этилена и пропилена СКЭП; стирольный каучук СКС30; бутил каучуки – хлорбутил каучук ХБК, бромбутил каучук ББК и бутил каучук БК.

Для уточнения процессов, происходящих в анализируемых каучуках, они были подвергнуты переосаждению с целью очистки от антиоксидантов. Переосаждались 3 %-е толуольные растворы каучуков в

этиловом спирте, с дальнейшей сушкой под тягой до полного удаления растворителя, о чем судили по постоянной массе каучука. Взвешивание проводили на аналитических весах HTR-120CE, точность ±0,1 мг. Для интенсификации процесса растворения использовали орбитальный шейкер OS 350R. Частота вращения составила 150 об/имн.

Модификация исследуемых полимеров проводилась смесью фуллеренов следующего состава C_{50} – C_{58} (14.69%), C_{60} (63,12%), C_{62} – C_{68} (5.88%), C_{70} (13.25%), C_{72} – C_{92} (3.06%), для чего был приготовлен их раствор в толуоле [2]. Из расчета внесения необходимой концентрации смеси фуллеренов, в 3%-й толуольный раствор переосажденных каучуков было внесено расчетное количество раствора фуллеренов.

Для определения структуры исследуемых каучуков использовали метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) в варианте с 10-кратным прохождением луча через пробу и кристалл НПВО. Исследование проводили на ИК-Фурье спектрометре NICOLET6700. Выбранный спектральный диапазон составил от 400 до 4000 $см^{-1}$. Для регистрации оптических характеристик использовали монолитные пленки каучуков, толщиной 20 мкм, полученные на алюминиевой подложке из 1% толуольных растворов. Окисление пленок проводили в низкотемпературной лабораторной электропечи SNOL 58/350 при температуре 373 К.

Обработка спектральных данных проводилась на основании факторного анализа с целью извлечения из массивов экспериментальных данных скрытой информации о внутренних и внешних факторах, определяющих поведение системы [3]. Для этого матрицу наблюдаемых данных X разложили на произведение двух матриц, одна из которых (матрица S) относится к внутренним факторам, а другая (матрица *L*) связана с индивидуальными показателями этих факторов, проявляемых внешне. *X* отличается от произведения *SL* на величину матрицы случайных ошибок *E*:

$$X = SL + E.$$

Для нахождения внутренних факторов *L*, посредством диагонализации корреляционной матрицы было получено соотношение:

$$Y = XL^T(LL^T)^{-1},$$

где *Y* – новое факторное пространство.

В табл. 1 представлены результаты факторного анализа – собственные значения матрицы экспериментальных данных по ИК-спектрам МНПВО 36 пленок исследуемых каучуков.

Таблица 1

Собственные значения матрицы спектральных данных. Метод извлечения – метод главных компонент

Значение	Собственное значение	Процент общей дисперсии	Накопленное собственное значение	Накопленный процент
1	24,78988	68,86077	24,78988	68,86077
2	5,49134	15,25372	30,28121	84,11448
3	2,53739	7,04831	32,81861	91,16279
4	1,34729	3,74248	34,16590	94,90527

Из анализа табл. 1 следует вывод, что четыре извлеченных вектора главных компонент охватывают 94,9% общей дисперсии, т.е. изменчивости спектральных данных. Так как главные компоненты соотносятся со спектрами проб по их номерам, то каждая компонента сжимает спектры группы проб в один спектр, являющийся групповой характеристикой. Четыре собственных значения означают разбиение всех исследованных 36 спектров на четыре группы. При этом исследованная корреляционная матрица плохо обусловлена из-за схожести спектров, ее детерминант близок к нулю, т.е. все спектры достаточно сильно коррелируют друг с другом. Поэтому максимальное число извлекаемых главных компонент равно числу положительных собственных значений.

В табл. 2 представлены нагрузки векторов исходными спектрами исследованных образцов. Следует обратить внимание на значимые нагрузки – более 0,7.

Следовательно, приходим к выводу, что необходимо подвергнуть анализу ИК спектры в следующих группах:

1-я группа, относящаяся к фактору 1: пробы №№ 7, 8, 9, 12, 17, 18, 25, 26, 27, 34, 35, 36. Обозначим ее как изобутен-изопреновая группа каучуков.

2-я группа, относящаяся к фактору 2: пробы №№ 1, 2, 4, 5, 6, 11, 20, 23. Это каучуки, подвергнутые термической обработке.

3-я группа, относящаяся к фактору 3: пробы №№ 3, 10, 13, 16, 19, 21, 22, 28, 29, 30, 31. Группу можно охарактеризовать как этилен-пропилен-диеновая.

Таблица 2

Нагрузки факторов

Переменные	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Переменные	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
1	0,015	**0,962**	0,172	-0,060	19	0,474	0,308	**0,764**	-0,139
2	0,268	**0,775**	0,147	0,458	20	0,025	**0,956**	0,194	-0,056
3	0,451	0,081	**0,779**	0,377	21	0,437	0,076	**0,782**	0,379
4	0,165	**0,920**	0,222	0,065	22	0,356	0,278	0,807	0,049
5	0,304	**0,865**	0,292	0,014	23	0,396	0,715	0,079	0,487
6	0,168	**0,932**	0,109	-0,061	24	0,394	0,687	0,050	0,503
7	**0,915**	0,172	0,353	0,066	25	**0,903**	0,175	0,379	0,077
8	**0,907**	0,171	0,371	0,084	26	**0,907**	0,175	0,369	0,083
9	**0,906**	0,180	**0,363**	0,106	27	**0,914**	0,160	0,360	0,071
10	0,439	0,274	0,785	-0,224	28	0,427	0,261	**0,783**	-0,226
11	0,077	**0,970**	0,191	0,009	29	0,442	0,247	**0,782**	-0,206
12	**0,911**	0,157	0,369	0,069	30	0,445	0,066	**0,786**	0,365
13	0,355	0,249	**0,816**	0,051	31	0,347	0,280	**0,815**	0,013
14	0,569	0,559	0,357	0,448	32	**0,657**	0,216	0,616	0,262
15	0,653	0,279	0,595	0,240	33	0,659	0,216	0,617	0,268
16	0,456	0,067	**0,783**	0,361	34	**0,913**	0,172	0,354	0,083
17	**0,911**	0,157	0,369	0,074	35	**0,913**	0,174	0,352	0,089
18	**0,906**	0,169	0,375	0,091	36	**0,915**	0,161	0,358	0,077
Переменные		Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3		Фактор 4	
Извлеченная дисперсия		14,07276		8,198203		9,981978		1,912957	
Доля дисперсии		0,39091		0,227728		0,277277		0,053138	

Четвертому фактору принадлежит всего 5,3 % общей дисперсии данных, он не обладает нагрузками более 0,7 и не может образовать полноценную группу спектров для изучения.

Некоторые пробы не попадают в критерий группового анализа. К ним относятся №№ 14, 15, 24, 32 и 33. Эти пробы должны сравниваться с группами, к которым тяготеют их максимальные нагрузки. Можно предположить, что в химическом смысле эти продукты подверглись в наибольшей степени действию модифицирующих добавок.

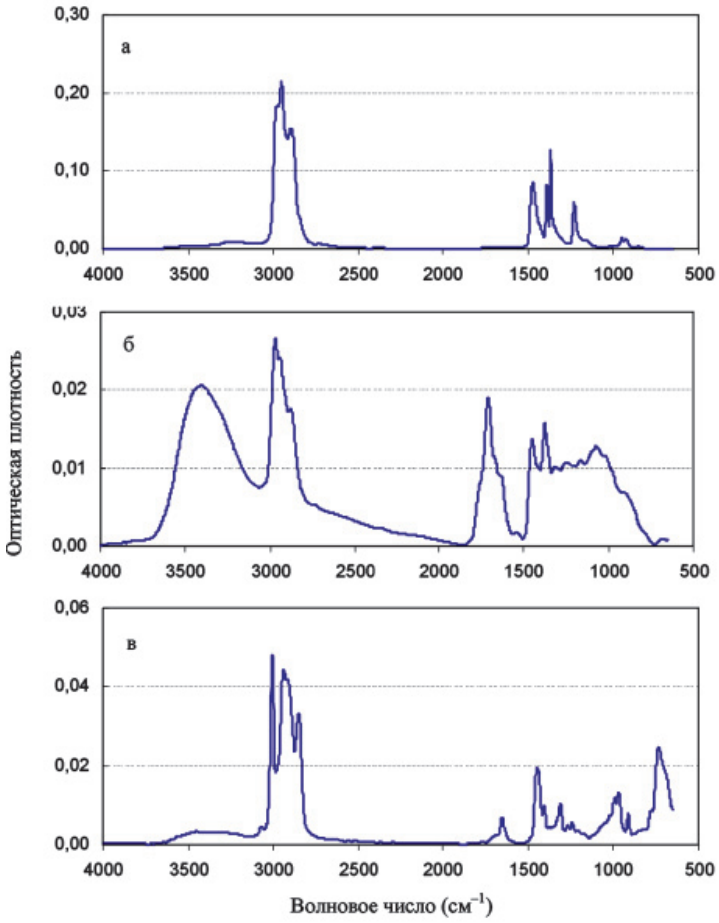
На рисунке представлены характерные спектры групп, полученные методом наложения. Эти спектры подтверждают основы классификации спектров в группы по сходным химическим признакам.

Таким образом, факторным анализом определено разделение 36 пленок на 4 группы, три из которых внутри сильно объединены по спектру полимерной основы, т.е. модифицирующие добавки действуют на уровне слабых взаимодействий с полимерной основой. Несколько проб не входят в эти группы и возможные взаимодействия должны быть выявлены интерпретацией отдельных спектров. Тем не менее, дискриминация внутри каждой группы на основе сравнения участков спектров, относящихся к характеристическим полосам ИК-поглощения отдельных функциональных групп, групп атомов и типов связей, позволяет выявить отклонения во взаимодействии. С этой целью дополним матрицу исходных данных новой категориальной переменной под условным названием «Деформации и π-связи», имея в виду, что в системе возможны взаимодействия модификаторов с π-электронными системами и возможны стерические эффекты для деформационного типа колебаний в молекулах. Из анализа данных следует, что наибольший разброс спектров наблюдается для группы проб, образующей фактор 2 в факторном анализе. Поэтому выбор категориальной переменной «Деформации и π-связи» покажет нам результаты изменений в колебаниях молекул при действии модификаторов.

Поскольку критерием высокой дискриминирующей способности переменной является критерий Вилкса λ_W, который определяется как отношение детерминантов дисперсионно-ковариационных матриц внутригрупповой W и общей T:

$$\lambda_W = \det(W)/\det(T),$$

то совершенно очевидно, чем меньше величина λ_W, тем больше дискриминирующая способность переменной.



Характерные спектры групп проб, относящиеся к: а – фактору 1 (полимерная основа – изобутен-изопреновый каучук); б – фактору 2 (термически окисленные каучуки); в – фактору 3 (полимерная основа – этилен-пропилен-диеновый каучук)

Другой величиной, характеризующей метрику дискриминантного анализа, является частный критерий Вилкса λ_p, который равен отношению λ_W после ввода новой переменной в пошаговом дискриминантном анализе к λ_W до ввода этой переменной.

$$\lambda_p = \lambda_W \text{ (после ввода)}/\lambda_W \text{ (до ввода)}.$$

Это отношение характеризует мультипликативный вклад новой переменной после ее ввода в дискриминантный анализ.

С целью выявления мультипликативного вклада был проведен пошаговый дискриминантный анализ на основании *F*-статистикой Рао:

$$F = [(n - q)/(q - 1)]\cdot[(1 - \lambda p)/\lambda p],$$

где n – число опытов; q – число групп классификации; p – число переменных.

В нашей модели $p = 9$, $q = 5$. Аппроксимирующий критерий Рао $F(36{,}567) = 443{,}67$, в скобках критерия – эффективное число степеней свободы, уровень значимости $p < 0{,}00005$.

Уровень толерантности вычисляли как:

$$T = 1 - R,$$

где R – множественный коэффициент корреляции для соответствующей переменной со всеми другими переменными в модели.

Полученные суммарные результаты пошагового дискриминантного анализа представлены в табл. 3. Малая величина λ Вилкса (на уровне 10^{-5}) свидетельствует о высокой дискриминирующей способности выбранных для анализа участков спектра.

На основании этого можно ввести классифицирующую функцию S_i для определения классовой принадлежности того или иного образца. Классифицирующих функций столько же, сколько и групп классификации. В табл. 4 приведена классифицирующая способность выбранных участков спектров с характеристическими колебаниями.

Из анализа табл. 4 следует, что только валентные колебания C = C в углеводородной цепи без сопряжения, возможно, относящиеся к концевым винильным группам

или к мономерным включениям алкенов, не обладают 100%-й предсказательной способностью. «Плохая» предсказательная способность некоторых характеристических колебаний в группе проб в химическом смысле может означать, что действие модификаторов приводит к наибольшей дисперсии данных вследствие химических взаимодействий модификатора именно с этой группой.

Таблица 3

Суммарные результаты дискриминантного анализа

$N = 164$	λ Вилкса	Частная λ	F-для удаления	p-уровень	T	$1 - T$
№1	0,000010	0,311984	83,2499	0,000000	0,002772	0,997228
№2	0,000009	0,357604	67,8136	0,000000	0,002634	0,997366
№4	0,000007	0,464259	43,5623	0,000000	0,143617	0,856383
№5	0,000007	0,453652	45,4636	0,000000	0,003512	0,996488
№6	0,000004	0,748637	12,6750	0,000000	0,002200	0,997800
№11	0,000006	0,548947	31,0180	0,000000	0,007090	0,992910
№20	0,000009	0,381621	61,1702	0,000000	0,008461	0,991540
№23	0,000020	0,165846	189,8706	0,000000	0,000500	0,999500
№24	0,000013	0,246905	115,1426	0,000000	0,000510	0,999490

Таблица 4

Классифицирующая способность участков спектра по типам колебаний

Группа (типы колебаний)	% корректной классификации
Внеплоскостные деформационные CH_2 в виниле	100,0000
Ножничные в CH_2, CH_3	100,0000
Валентные C = C в сопряженных системах	100,0000
Валентные C = C без сопряжения	88,8889
Валентные C-H в CH, CH_2, CH_3	100,0000
Всего	98,1707

Таким образом, в результате анализа полученных экспериментальных данных была доказана эффективность многомерного факторного анализа ИК-спектров модифицированных полимерных пленок на основе каучуков для решения задачи классификации проб по группам. Дискриминантный анализ позволил определить факторы разделения проб внутри группы по характерным полосам некоторых функциональных групп и связей, что позволило выявить характер взаимодействия смеси фуллеренов с полимерной матрицей, а именно: присоединение фуллеренов возможно по несопряженным двойным связям участка полимерной цепи. Такие фрагменты могут соответствовать концевым винильным группам или мономерным включениям алкенов.

Список литературы

1. Игуменова Т.И. Попов Г.В. Исследование структуры и свойств полимеров, усиленных наноматериалами // Материалы Международного форума по нанотехнологиям 3-5 декабря 2008 г. – М.: ГК «Роснанотех», 2008. – Т.1. – С. 456-457

2. Комплексная оценка состава фуллеренсодержащего наноуглерода / Т.И. Игуменова, В.И. Герасимов, Г.В. Попов, А.В. Жабин // Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии: материалы XV Международной научно-практической конференции. – М., 2009. – С. 113–115.

3. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. – М.: Мир, 1974. – 220 с.

4. Изучение свойств полимерных композиций с использованием фуллеренсодержащего технического углеро= да / Г.В. Попов, Т.И. Игуменова, Н.Л. Клейменова, Т.П. Горячева, Д.В. Мещерякова // Вестник ТГТУ. – 2007. – Т. 13, №4. – С. 951–953.

5. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C., Curl R.F., Smalley R.E. // Nature. – 1985. – Vol. 318, №6042. – P. 162—163.

Рецензенты:

Никулин С.С., д.т.н., профессор кафедры ГОУ ВПО «Воронежская государственная технологическая академия», г. Воронеж;

Чеканов Н.А., д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики и механики Белгородского государственного университета, г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 09.07.2011.

УДК 004.896: 621.856.8-8

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ КАК МНОГОЗВЕННАЯ СИСТЕМА

Шмаков В.С.

ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет», Владимир, e-mail: stoletov5@rambler.ru

Рассматривается создание математической модели и анализ динамической системы: водитель-рабочая зона оператора в транспортном средстве в экстремальных ситуациях с целью моделирования процесса и определения динамических воздействий на оператора для замещения натурных испытаний соударения подвижного объекта с оператором (механиком – водителем) с жесткой средой (удар) моделированием этой системы. Вопросы, подлежащие рассмотрению и исследованию настоящего динамического процесса, следующие: математическое описание кинематической схемы оператора, как звена со сложной угловой кинематикой; материализация кинематической системы силами тяжести и моментами инерции, формирование динамической матрицы «оператора»; описание рабочей зоны оператора и объекта (транспортного средства с учетом упругостей моментов инерции и т.п., определяемых массами, моментами инерции параметрами движения объекта); разработка математической модели настоящей системы; разработка открытой системы моделирования и исследования настоящей динамической системы.

Ключевые слова: оператор, механик-водитель, рабочая зона, алгоритм, экстренная ситуация, динамические нагрузки

THE KINEMATIC SCHEME OF THE DRIVER OF THE VEHICLE AS ITERATIVE SYSTEM

Shmakov V.S.

Vladimir State University, Vladimir, e-mail: stoletov5@rambler.ru

Creation of mathematical model and the analysis of dynamic system is considered: the driver – the worker of zo th operator in a vehicle in extreme situations for the purpose of modeling of process and op-redelenija dynamic influences on the operator for replacement of natural tests of impact of mobile object with the operator (the mechanic – the driver) with the rigid environment (blow) of model-rovaniem of this system. The questions which are subject to consideration and research present di-namicheskogo of the process, the following: the mathematical description of the kinematic scheme operato-ra, as link with difficult angular kinematics; a materialization of kinematic system si-lami weights and the inertia moments, formation of a dynamic matrix of «operator»; opi-sanie a working zone of the operator and object (a vehicle with the account упругостей momen inertia, etc., defined in the weights, the moments of inertia in parameters of movement obek eat); working out of mathematical model of the present system; Working out of open system of modeling and research of the present dynamic system.

Keywords: the operator, the mechanic-driver, a working zone, algorithm, an emergency situation, dynamic loadings

В настоящее время анализ взаимодействия водителя с элементами его рабочей зоны основан на натурных испытаниях. Эксперимент состоит в соударении транспортного средства (ТС) и находящимся в нем манекеном оператора с внешней абсолютно жесткой средой. Эти испытания дорогостоящие и, кроме того, продолжительны во времени, так как разбиваются автомобили и деформируются манекены с системой датчиков, велики затраты по времени на подготовку материальной части испытаний. В настоящей работе рассматривается постановка задачи для анализа взаимодействия механика-водителя с его рабочей зоной при соударении автомобиля с внешней средой, разрабатывается кинематическая схема МВ, процесса взаимодействия автомобиля с сидящим в нем водителем-механиком.

Проблема, рассмотренная в рамках статьи, направлена на создание математической модели и анализ динамической системы: оператор (механик – водитель) – рабочая зона оператора в транспортном средстве в экстремальных ситуациях с целью моделирования процесса и определения динамических воздействий на оператора.

Цель работы состоит в замещении натурных испытаний соударения подвижного объекта с оператором (механиком-водителем) с жесткой средой (удар) моделированием этой системы. Вопросы, подлежащие рассмотрению и исследованию настоящего динамического процесса, следующие:

– математическое описание кинематической схемы оператора, как звена со сложной угловой кинематикой;

– материализация кинематической системы силами тяжести и моментами инерции;

– формирование динамической матрицы «оператора»;

– описание рабочей зоны оператора и объекта (транспортного средства с учетом упругостей моментов инерции и т.п., определяемых массами, моментами инерции параметрами движения объекта); разработка математической модели настоящей системы; разработка открытой системы моделирования и исследования настоящей динамической системы.

Под внешней средой подразумевается замкнутое пространство кабины водителя.

Процесс взаимодействия описывается в декартовой системе координат. В проекте рассматривается построение кинематической модели водителя, как многозвенной системы. Контролируемые и анализируемые координаты: *x*, *y*, *z*, *x*', *y*', *z*', *x*", *y*", *z*". Со стороны объекта на водителя в экстремальных ситуациях (резкие угловые и линейные ускорения) действуют возмущения (усилия). Представим вектор возмущения в виде

$$\overline{P} = f(q, \dot{q}, \ddot{q}), \quad q \in (x, y, z).$$

Рассмотрим модель взаимодействия ТС-водитель-внешняя среда:

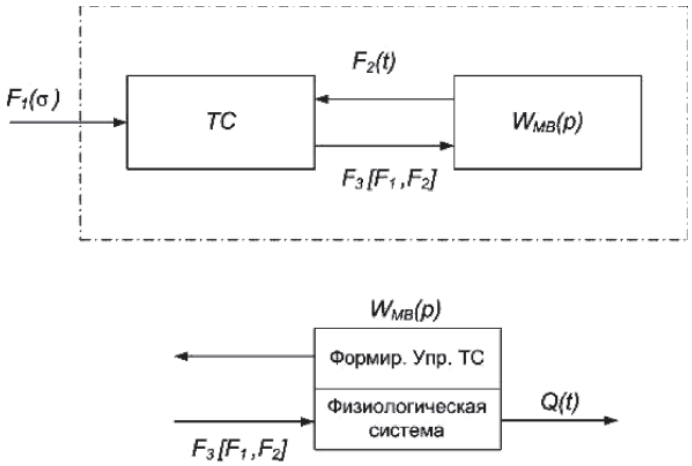


Рис. 1. Структурное представление системы водитель – транспортное средство – внешняя среда:
ТС – транспортное средство; $F_1(\sigma)$ – возмущение при движении от рельефа σ на ТС;
$F_2(t)$ – управляющее воздействие от МВ на ТС через двигатель и движитель;
$Q(t)$ – деформации корпуса МВ (звеньев системы), $Q(t) = F(F_3, t)$

При этом водитель представлен в виде многозвенной системы с кинематической схемой вида рис. 2.

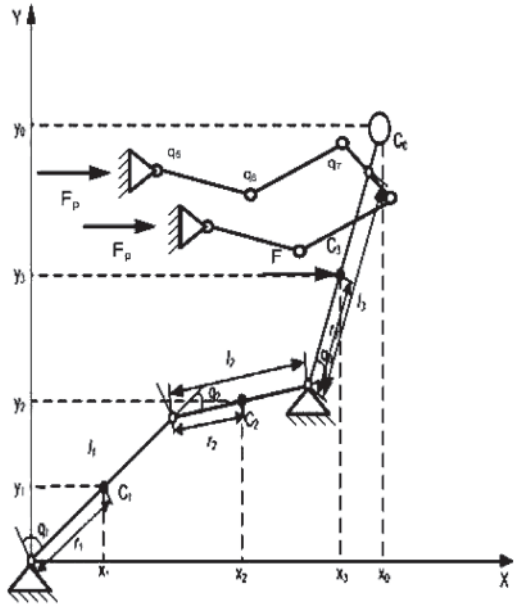


Рис. 2. Расчетная схема системы:
$l_0, \ldots, l_3$ – длина звеньев, $C_0, \ldots, C_3$ – центр масс звеньев, $q_1, \ldots, q_7$ – обобщенные координаты углов, $r_0, \ldots, r_3$ – расстояние от сустава до центра масс звена, F_p – воздействие на водителя от руля ТС

Со стороны объекта на водителя в экстремальных ситуациях (резкие угловые и линейные ускорения) действуют возмущения (усилия). Представим вектор возмущения в виде

$$\overline{P} = f(q, \dot{q}, \ddot{q}), \quad q \in (x, y, z).$$

Представим водителя в виде многозвенной системы в виде скелетона с кинематической схемой вида рис. 2. Водитель представляет собой пространственную механическую систему из *N* тел (звеньев), соединенных между собой кинематическими парами пятого класса (с одной степенью свободы). Далее под *системой* будем понимать скелетон механика-водителя, а именно, скелет с силовыми мышцами по соответствующим суставам.

Вектор $q = [q_1, q_2, \ldots, q_N]^T$ является вектором обобщенных координат системы. На первом этапе принимаем следующие допущения:

– пренебрегаем силами трения в кинематических парах;

– считаем связи идеальными, голономными и удерживающими;

– звенья абсолютно жесткие.

Тогда описание динамики многозвенной системы может быть получено с помощью уравнений Лагранжа 2-го рода. Для

системы тел звенья, находящейся в потенциальном поле сил тяжести, уравнения Лагранжа 2-го рода записываются в векторной форме так:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \phi}\right)^T - \left(\frac{\partial T}{\partial q}\right)^T = M - \left(\frac{\partial \Pi}{\partial q}\right)^T.$$

Здесь φ – вектор обобщенных скоростей ($N\times1$), причем $\phi = dy/dx$; T – кинетическая энергия системы; П – потенциальная энергия системы; M – вектор обобщенных неконсервативных сил (NX1), представляющий собой сумму вектора сил $M_{пр}$, передаваемых от исполнительных мышц на конечности скелетона, и вектора внешних сил $M_{вн}$. Вычислив потенциальную энергию системы и определив моменты статических сил, обусловленных массой звеньев и массой головы, получим модель системы в виде дифференциальных уравнений Лагранжа 2-го рода.

F – сила воздействия со стороны ТС на МВ.

Найдем кинетическую энергию механической системы и получим систему уравнений.

Для верхних конечностей водителя:

$$\begin{cases} b_{11}\ddot{q}_5 + b_{12}\ddot{q}_6 + b_{13}\ddot{q}_7 = R_{1p} + M_{1ст} + F_1, \\ b_{21}\ddot{q}_5 + b_{22}\ddot{q}_6 + b_{23}\ddot{q}_7 = R_{2p} + M_{2ст} + F_2. \end{cases}$$

Для туловища водителя:

$$\begin{cases} a_{11}\ddot{q}_1 + a_{12}\ddot{q}_2 + a_{13}\ddot{q}_3 + a_{14}\ddot{q}_4 = R_1 + M_{ст1} + F_1, \\ a_{21}\ddot{q}_1 + a_{22}\ddot{q}_2 + a_{23}\ddot{q}_3 + a_{24}\ddot{q}_4 = R_2 + M_{ст2} + F_2, \\ a_{31}\ddot{q}_1 + a_{32}\ddot{q}_2 + a_{33}\ddot{q}_3 + a_{34}\ddot{q}_4 = R_3 + M_{ст3} + F_3, \\ a_{41}\ddot{q}_1 + a_{42}\ddot{q}_2 + a_{43}\ddot{q}_3 + a_{44}\ddot{q}_4 = R_4 + M_{ст4} + F_4. \end{cases}$$

Полагаем, что силы F_1, F_2 со стороны корпуса ТС на плечевой сустав водителя действуют одновременно и одинаковы. Приведенные силовые воздействия к координатам со стороны ТС обозначены как $F_1,...,F_4$. Из полученной системы уравнений видно, что движения звеньев динамически взаимосвязаны. Кроме того, звенья l_4, l_i (спинной и шейный позвоночники соответственно) следует рассматривать в одном из двух вариантов:

1) упругое звено с определенной жесткостью и приведенной стрелкой прогиба относительно геометрического центра *l(C, F)*;

2) звено, состоящее из набора последовательно соединенных двухшарнирных звеньев.

В соответствии с физиологическим строением скелета человека, известно что позвоночник состоит из 33–34 позвонков: 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых, 4–5 копчиковых.

Кроме того, инерционные характеристики (величины b_{11}, ...,b_{23} и a_{11}, ...,a_{44}) зависят от обобщенных координат q_i, а следовательно, от конфигурации механизма. Полученные дифференциальные уравнения являются нелинейными.

В настоящее время проводится моделирование взаимосвязанной системы механик–водитель–транспортное средство. Цель исследований – определение силового воздействия на механика, реакций шарниров и суставов, получение эффекта разрушения шарниров и суставов.

Список литературы

1. Безопасность конструкции автомобиля / М.А. Андронов, Ф.Е. Межевич, Ю.М. Немцов, Е.С. Саввушкин. – М.: Машиностроение,1985. – С. 160.

2. Илюхин Ю.В., Подураев Ю.В. Проектирование исполнительных систем роботов. Линеаризованные системы. – М.: Изд. МПИ, 1989. – С. 75.

3. Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. – М.: Наука, 1978. – С. 416.

4. Игнатьев М.Б., Кулаков Ф.М. Покровский А.М. Алгоритмы управления роботами-манипуляторами. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 248.

Рецензенты:

Кульчицкий А.Р., д.т.н., профессор, зам. главного конструктора по испытаниям ООО «Владимирский моторно-тракторный завод» г. Владимир;

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок Владимирского государственного университета им. А. Г. и Н. Г. Столетовых Министерства образования и науки, г. Владимир.

Работа поступила в редакцию 27.07.2011.

УДК 330.1

СИСТЕМНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЗДОРОВЬЕ КАК ОСНОВНОМ КОМПОНЕНТЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Асланов Д.И.

ГОУ ВПО «Пятигорский государственный технологический университет», Пятигорск, e-mail: aslanovdi@mail.ru

Здоровье человека играет решающую роль, как в процессах формирования общественного здоровья, так и в воспроизводстве общественной жизни в целом. В статье рассмотрены различные концептуальные подходы к определению понятия «здоровье» с позиций различных наук – медицины, социологии, валеологии, экономики, – и выявлены основные топологические свойства и признаки здоровья. Определены основные измерители здоровья, среди которых потенциал здоровья человека, как часть человеческого потенциала и капитал здоровья, как узловой компонент человеческого капитала. Высказанные автором суждения и полученные результаты по поводу сущностных характеристик здоровья позволяют глубже проникнуть в суть современных экономических процессов и явлений, основой которых с позиций гуманистической экономики становится человек, как носитель капитала здоровья.

Ключевые слова: здоровье, человеческий потенциал, потенциал здоровья, капитал здоровья

SYSTEM OF SUBMISSION OF HEALTH AS THE MAIN COMPONENT OF THE HUMAN CAPITAL

Aslanov D.I.

Pyatigorsk state technological university, Pyatigorsk, e-mail: aslanovdi@mail.ru

Human health plays a crucial role, as in the processes of the formation of public health, and in the reproduction of social life as a whole. The article discusses various conceptual approaches to the definition of «health» from the standpoint of various sciences – medicine, sociology, valeology, the economy, and identified the main topological properties and signs of health. Defined are the main meters of health, among which the potential human health, as part of the human potential and capital health, as host component of human capital. Expressed by the authors of judgments and obtained results of the essential characteristics of health allow you to penetrate deeper into the essence of modern economic processes and phenomena, the basis of which the positions of the humanistic economy becomes a man, as the carrier of capital health.

Keywords: health, human potential, the potential of health, the capital of health

В свое время К. Маркс и Ф. Энгельс сформулировали один из важнейших законов общественного развития, который за последнее столетие никем не опровергался. Суть его в том, что производство и воспроизводство общественной жизни представляет собой целостный процесс, состоящий из двух органически связанных между собой частей:

а) производство и воспроизводство материальной, предметной жизни;

б) производство и воспроизводство социальной, духовной жизни, самого человека.

В процессе общественного развития между этими двумя видами воспроизводства всегда существовали определенные пропорции, определенное взаимодействие, непосредственное влияние друг на друга, хотя они и принимали различный характер в различных общественных условиях.

Здоровье человека, здоровый образ жизни отдельного этноса или социума (общества) играют решающую роль как в обоих этих процессах, так и в воспроизводстве общественной жизни в целом.

На первых шагах исследования здоровья человека в контексте социально-экономических отношений и гуманистической парадигмы возникает сложная теоретическая и методологическая проблема, которая заключается в сложности, неоднозначности трактовки понятия «здоровье».

Количество самых разнообразных по форме определений и трактовок понятия «здоровье», которые обладают собственными операциональными, инструментальными и терминологическими особенностями, начиная с античных времен, необозримо.

Само понятие «здоровье» до сих пор является дискуссионным, и не прекращаются попытки дать всеобъемлющее его определение, пригодное для всех времен, народов и наук.

Попытки дать единое, однозначное определение человеческого здоровья, видимо, методологически несостоятельны.

Учитывая сложность и многогранность понятия, признавая необходимость различных подходов к его исследованию на разных уровнях и в различных сферах жизни, следует признать правомерность наличия различных определений и толкований понятия здоровья, исходя из целевых установок исследователя. Поэтому имеющееся множество определений здоровья, например, в медико-демографических, медико-экономических, социально-гигиенических, демографических, социологических исследованиях и реже в экономических, фиксируют и

выделяют лишь отдельные стороны, грани этого понятия, которые интересуют того или иного специалиста.

Естественно, больше всего определений и формулировок понятия «здоровья» дано представителями медицинской науки и практики.

В частности, в энциклопедических изданиях здоровье определяется – состояние человеческого организма как живой системы, характеризующееся полной ее уравновешенностью с внешней средой и отсутствием каких-либо выраженных изменений, связанных с болезнью.

Р.М. Баевский считает, что здоровье является контрольным специфическим состоянием человеческого организма, обеспечивающим достижение им своего функционального оптимума. Под здоровьем следует понимать возможность организма человека адаптироваться к изменениям окружающей среды, взаимодействуя с ней свободно, на основе биохимической, психологической и социальной сущности человека [1].

В.А. Лищук и Е.В. Мосткова под здоровьем понимают способность к самосохранению и саморазвитию ..., здоровье – это способность находится в гармонии с собой, с естественной и искусственной средой обитания [6].

По выражению В.В. Колбанова, здоровье человека – это континуум (сменяемость и протяженность во времени) естественных состояний жизнедеятельности, характеризующиеся способностью организма к совершенной саморегуляции, поддержанию гомеостаза, самосохранению и самосовершенствованию соматического и психического статуса при оптимальном взаимодействии органов и систем, адекватном приспособлении к изменяющейся окружающейся среде (физической, биологической, социальной), использовании резервных и компенсаторных механизмов в соответствии с фенотипическими потребностями и возможностями выполнения биологических и социальных функций, в том числе рождения и воспитания потомства. Отсутствие какого-либо из перечисленных признаков означает частичную или полную нагрузку здоровья. Полная утрата здоровья несовместима с жизнью [4].

Один из основоположников валеологии и становления валеологического образования в РФ Э.Н. Вайнер считает, что здоровье есть состояние равновесия между адаптационными возможностями организма (потенциалом человека) и постоянно меняющимися условиями среды. В проблеме здоровья понятие адаптации следует считать центральным [2].

Определение здоровья, сформулированное специалистами ВОЗ, считается наиболее приемлемым и популярным в научном мире во всех странах.

В уставе (Конституции) Всемирной Организации Здравоохранения еще в 1946 г. было зафиксировано: «Здоровье это не просто отсутствие болезней, а состояние физического, психического и социального благополучия». Есть другое определение: « .... здоровье следует понимать как состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только как отсутствие болезней или физических дефектов» [9].

Таким образом, в документах ВОЗ и других международных материалах, а также в трудах большинства отечественных ученых здоровье определяется как совокупность трех основных органически взаимосвязанных компонентов – физического, который характеризуется способностью сохранять и использовать тело, душевного или психического здоровья, который определяется способностью сохранять душевное равновесие и использовать резервы психики, и «социального благополучия», связанного непосредственно с реализацией человека, той или иной общественной и производственной деятельностью в каждодневной жизни.

С точки зрения аксиологического (т.н. ценностного) подхода, здоровье выступает как универсальная гуманистическая ценность, соотносится с другими основными ценностными ориентациями личности.

Как подчеркивают Ю.П. Лисицын и Н.В. Полунина, здоровье – это естественная и непреходящая жизненная ценность, занимающая самую верхнюю ступень на иерархической лестнице ценностей [5].

Академик РАМН В.П. Казначеев подчеркивает, что главной «ценностью государства должны быть здоровье, образование, духовность, творческое развитие народонаселения» [3].

Учитывая цели и задачи настоящей статьи, следует рассмотреть (дополнить) трактовку понятия здоровья с позиций экономической науки.

Прежде всего, следует подчеркнуть, что более глубоко проникнуть в сущностные характеристики человеческого здоровья в контексте концептуальных установок экономической науки, в том числе гуманистической экономики, можно, по нашему мнению, опираясь на следующие методологические положения.

1. Понять сущностные характеристики здоровья, его влияние на создание общественного богатства можно лишь через многообразную систему общественных отношений, возникающих как результат со-

циоэкономического взаимодействия людей в процессе человеческой деятельности, в процессе воспроизводства их совместной жизни.

2. Человек со своим индивидуальным здоровьем погружен в общество, его экономику, культуру, в социальные процессы. Поэтому морально-этические нормы и ограничения, социальные обязательства и ожидания, вера, эмоции, нравственные ценности и др. прямо или косвенно влияют на здоровье человека, на его базовые характеристики. Исходя из целевых установок нашей работы, представляется целесообразным рассмотреть здоровье сквозь призму постулатов гуманистической парадигмы.

Подобный междисциплинарный подход к исследованию здоровья позволяет отказаться от традиционно узкого понимания здоровья, его охраны исключительно с медицинской точки зрения как деятельности по лечению и профилактике различных заболеваний населения.

3. Понятию «здоровье» достаточно трудно дать исчерпывающее определение именно в контексте экономической науки, но абстрагироваться от изучения которого она не может. Для данной науки и практики принципиальную важность имеет то обстоятельство, что здоровье человека (физическое и психическое) – это первейшая базовая предпосылка наличия у него способности к любой человеческой деятельности.

Следует еще в связи с этим напомнить концептуальные положения Людвига фон Мизеса, что «Здоровье, как и честь, доблесть, слава и сама жизнь, участвуют в деятельности и как средства, и как цели, но они не учитываются в экономическом расчете, т.е. не продаются и не покупаются за деньги» [7]. Человеческая жизнь и здоровье res extra commercium, т.е. это вещи вне сферы торговли. Но чтобы их приобрести и тем более удержать, требуются значительные издержки, затраты, в том числе денежные.

В отечественной специальной литературе все еще очень мало работ, в которых в качестве возможных детерминант здоровья человека рассматриваются особенности складывающихся в обществе экономических отношений.

Только с начала 1980-х годов расширился круг работ, в которых рассматривалось здоровье в контексте экономических наук. При этом особое внимание уделялось выявлению количественной зависимости здоровья от влияния социально-экономических факторов, воздействия окружающей среды.

М.И. Некипелов рассматривает здоровье как ритм наиболее совершенного пространственно-временного и возрастного приспособления к среде, обеспечивающей человеку повседневную трудовую, творческую и социальную активность и безболезненное долголетие [8].

Здоровье с позиций экономического анализа можно представить как потребительское благо, на которое предъявляется спрос, и как инвестиционное благо, которое определяется чистой стоимостью потока выгод, приносимых данным благом. В частности, увеличение продолжительности жизни означает добавление дополнительных периодов деятельности, во время которых индивид получает доход, а также инвестирует в свой капитал.

Обобщая вышеизложенное, нами выделяются следующие топологические свойства и признаки здоровья.

1. Здоровье – это базисная потребность человека и основное условие его жизнедеятельности.

2. Уникальность и невосполнимость здоровья.

3. Особая ценность здоровья, отсутствие адекватной стоимостной оценки, невозможность прямого измерения.

4. Здоровье – это многомерное понятие, которое отражает практически все процессы, происходящие в обществе и окружающей среде.

5. Здоровье – это в равной мере индивидуальная и общественная ценность. Они взаимосвязаны и взаимозависимы.

6. Здоровье нельзя повысить выше определенного уровня (обусловленного наследственностью, предрасположенностью к определенным человеческим заболеваниям), тогда как, например образование можно приобретать, расширяя свои навыки, умения, кругозор практически неограниченно.

7. При достижении определенного баланса психофизических сил организма повышаются так называемые резервы (ресурсы) здоровья человека. Поэтому человеку необходимо больше заботиться об укреплении и развитии потенциала своего здоровья.

8. Здоровье больше, чем просто ресурс, как нефть, газ, лес; это производственный ресурс или капитал. Здоровье и есть основной капитал экономики и в первую очередь гуманистической.

9. Восстановление в обществе «Здравоохранительной стратегии» вместо «лечебной».

Основными измерителями здоровья в контексте экономической науки являются потенции здоровья человека, как составная часть человеческого потенциала и капитал здоровья, как главный (узловой) компонент человеческого капитала.

Потенциал здоровья человека, по нашему мнению, это демографические, физи-

ческие, психические и социэкономические способности и возможности человека, которые позволяют при определенных условиях повысить в будущем качество и продолжительность жизни и благополучия людей, обеспечить воспроизводство населения, нарастить ВВП, интеллектуальный и оборонный потенциал.

Под капиталом здоровья нами понимаются инвестиции в человека, необходимые для формирования, поддержания и совершенствования его здоровья и работоспособности за счет уменьшения заболеваемости и увеличения продуктивного периода жизни.

Учитывая, что здоровье характеризуется самостоятельной потребительской стоимостью вне «способности к выполнению трудовых операций», осуществления определенной экономической деятельности, то у здоровья есть составляющая, которая не является частью капитала здоровья.

Затраты на здоровье, на его поддержку влияют на объем человеческого капитала лишь в той мере, в которой препятствуют его физическому износу и тем самым продлевают срок его службы. Они не накапливаются и аналогично затратам на ремонт оборудования составляют лишь часть текущих расходов.

В капитал здоровья должны включаться физическая сила, выносливость, работоспособность, иммунитет, период трудовой деятельности, а также понятия «заболеваемость», «инвалидность», «нетрудоспособность», которые объединяются в термин «глобальное бремя болезней» (DALY).

Капитал здоровья во многом зависит от правильной организации профилактики заболеваний и укрепления здоровья человека.

В широком смысле под профилактикой заболеваний понимается система мер медицинского и немедицинского характера, направленных на снижение риска развития отклонений в состоянии здоровья и заболеваний, предотвращение или замедление их прогрессирования, уменьшение их неблагоприятных последствий, в том числе и для человеческой деятельности.

Значительный вклад в разработку человеческого капитала, учитывающий компоненту здоровья, внес американский экономист Майкл Гроссман. В его работах 70-х годов была развита концепция «капитала здоровья» [10].

М. Гроссман справедливо считал, что здравоохранение и медицина являются отраслями, производящими «капитал здоровья». Люди (потребители), обращающиеся за медицинской помощью, на самом деле хотят приобрести буквально не эту услугу помощи, а желают улучшить здоровье, или избавиться от болезни.

В каждом обществе, исходя из его специфики, традиций, культуры, существует определенный спрос на здоровье.

Здоровье в понимании М. Гроссмана имеет двойную природу и может рассматриваться как:

а) потребительское благо;

б) средство для получения прибыли.

Именно во втором своем качестве оно представляет собою составляющую часть человеческого капитала, являющуюся объектом инвестиционных вложений.

Основная посылка М. Гроссмана состоит в том, что здоровье можно рассматривать как некоторый товар длительного пользования (health stock), который необходим для производства человеческого капитала. При этом потребителю нужно здоровье, а не медицинские услуги сами по себе. Тем самым спрос на медицинские услуги – опосредованный спрос на здоровье.

Человек в модели М. Гроссмана ведет себя как рациональный инвестор, выбирающий, чем он готов пожертвовать, ради сохранения здоровья и продления срока своей жизни. При этом объем инвестиций для каждого конкретного человека зависит от его долгосрочных предпочтений, оценки издержек и др.

Анализ соответствующей литературы и авторские воззрения позволили выделить следующие основные топологические свойства и признаки капитала здоровья.

1. Капитал здоровья является основой для человеческого капитала вообще. Инвестиции в здоровье, его охрану, способствующие сокращению заболеваний и смертности, снижению амортизации (износа) человеческого организма, продлевают трудоспособную жизнь человека и, следовательно, время функционирования человеческого капитала.

2. Капитал здоровья является национальным достоянием, ибо он оказывает заметное влияние на производительность общественного труда, а значит, на динамику экономического развития общества.

3. Человеческое здоровье, как капитал, не приносит его обладателю мгновенный (быстрый) доход и требует отвлечения значительных средств нередко в ущерб текущим потребностям.

4. Капитал здоровья имеет двойственную природу. Он является одновременно благом, производимым на основе резервов, и ресурсом, на основе которого производятся блага. Причем капитал здоровья – благо длительного, но ограниченного пользования в силу физического и морального износа.

5. Человеческое здоровье в отличие от образования, невозможно приобрести или

восстановить за короткий срок. Более того, накопленный за жизнь капитал здоровья человека может быть мгновенно уничтожен в силу чрезвычайных происшествий.

6. Здоровье человека остается капиталом человека даже в том случае, если он не реализует его, т.е. не занимается деятельностью. В то же время образование с позиций экономической науки не может считаться капиталом человека, если оно не приносит ему дохода.

7. Здоровье в качестве капитала не подлежит обесцениванию. Здоровье может быть истощено, исчерпано, но своей ценности для человека оно никогда не потеряет. В то же время полученные человеком знания могут потерять свою ценность в зависимости от времени и места проживания человека.

8. Капитал здоровья – в большей степени сфера индивидуальной ответственности человека. Государство в лице органов здравоохранения призвано помочь в формировании капитала здоровья человека, а не полностью взять на себя его поддержание.

9. Качество капитала здоровья во многом определяет образ жизни носителя человеческого капитала: уровень социальной, экономической и трудовой активности, степень миграционной подвижности, приобщение к современным достижениям культуры, искусства, науки, техники и технологии, характер проведения досуга и отдыха.

Таким образом, высказанные автором суждения по поводу сущностных характеристик здоровья как основного компонента человеческого капитала позволяют глубже проникнуть в суть современных экономических процессов и явлений.

Список литературы

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979.

2. Вайнер Э.Н. Валеология. – М.: Флинта: Наука, 2001.

3. Казначеев В.П. Спасти усталую нацию еще не поздно // АиФ, 2010, №28.

4. Колбанов В.В. Валеология. – СПб.: ДЕАН, 1998.

5. Лисицын Ю.П., Полунина Н.В. Общественное здоровье т здравоохранение: учебник. – М.: Медицина, 2002.

5. Лищук В.А., Мосткова Е.В. Девять ступеней к здоровью. – М.: БИНОМ, 1997.

6. Мизес, Людвиг фон. Человеческая деятельность: трактат по экономической теории / пер. с 3-го испр. англ. изд. А.В. Куряева. – Челябинск: Социум, 2005.

7. Некипелов М.И. Физические факторы и их влияние на условия труда и здоровье населения // Труды Всероссийского съезда гигиенистов и санит. врачей. – М., 1979.

8. Официальный сайт ВОЗ [Электронный ресурс] – URL: http://www.who.int/ru.

9. Grossman M. On the concept of health capital and the demand for health // Journal of Political Economy. – 1972. – Vol. 80. Feb.

Рецензенты:

Бочко В.С., д.э.н., профессор, руководитель Центра стратегического развития территорий Института экономики УрО РАН, г. Екатеринбург;

Анимица Е.Г., д.г.н., профессор, зав. кафедрой региональной и муниципальной экономики Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 01.08.2011.

УДК 657.6

АУДИТ РАСЧЕТОВ С ПОДОТЧЕТНЫМИ ЛИЦАМИ: ПРИМЕНЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ БАНКОВСКИХ КАРТ

Кисилевич Т.И.

Сочинский государственный университет туризма и курортного дела, Сочи, e-mail: audit@iai-audit.ru

В статье освещены вопросы, которые целесообразно рассмотреть аудитором при аудиторской проверке расчетов с подотчетными лицами корпоративными банковскими картами. Корпоративные карты получают все более широкое распространение во всех организациях, так как имеют ряд преимуществ перед чековыми книжками. Автором приведены возможные нарушения в бухгалтерском и налоговом учете при применении корпоративных карт с указанием нормативных документов, даны некоторые рекомендации аудиторам, предложен тест для аудиторской проверки расчетов с подотчетными лицами.

Ключевые слова: аудит, корпоративная банковская карта, расчеты с подотчетными лицами, держатель банковской карты

AUDIT OF CALCULATIONS WITH ACCOUNTABLE PERSONS: APPLICATION IN THE ORGANIZATION OF CORPORATE BANK CARDS

Kisilevich T.I.

Sochi state university of tourism and resort business, Sochi, e-mail: audit@iai – audit.ru

In the clause questions which are reasonable for considering the auditor at audit inspection of calculations with accountable persons corporate bank cards are taken up. Corporate cards receive more and more a wide circulation in all organizations as have a number of advantages before checkbooks. The author results possible infringements in accounting and tax accounting at application of corporate cards with instructions of normative documents, some recommendations to auditors are made, the test for audit inspection of calculations with accountable persons is offered.

Keywords: audit, a corporate bank card, calculations with accountable persons, the holder of a bank card

В последнее время широкое применение в организациях получили корпоративные банковские карты. Корпоративная карта – универсальное средство расчетов, являющееся выгодной альтернативой чековой книжки, так как ее можно использовать не только для операций получения наличных денежных средств, но и для расчетов в магазинах, ресторанах, кассах продажи билетов и т.п.

При проверке расчетов с подотчетными лицами аудитору целесообразно ознакомиться с нормативным документом Центрального банка РФ – Положением Банка России от 24.12.2004 № 266-П «Об эмиссии банковских карт и об операциях, совершаемых с использованием платежных карт» (далее – Положение), которое устанавливает правила осуществления кредитными организациями операций с банковскими картами и регулирует вопросы их выпуска и обслуживания.

В соответствии с п. 1.4 Положения банковская карта признается видом платежной карты и является инструментом безналичных расчетов, предназначенных для совершения физическими лицами, в том числе уполномоченными юридическими лицами, операций с денежными средствами, находящимися у эмитента, в соответствии с законодательством Российской Федерации и договором с эмитентом.

Корпоративная банковская карта позволяет:

– получать наличные в рублях и рассчитываться ими по операциям, связанным с хозяйственной деятельностью организации, в том числе оплачивать командировочные и представительские расходы;

– безналично рассчитываться картой по операциям, связанным с хозяйственной деятельностью организации, в том числе оплачивать командировочные и представительские расходы;

– получать наличные в валюте за пределами РФ для оплаты командировочных и представительских расходов;

– безналично оплачивать по банковской карте в валюте за пределами РФ командировочные и представительские расходы;

– совершать другие операции, на которые валютным законодательством не установлен запрет или ограничение на их совершение.

Корпоративная карта открывается в учреждении банка на имя конкретного сотрудника, уполномоченного организацией на совершение операций по карте, поэтому она является именной.

Осуществлять операции сотрудник – держатель карты может только в пределах лимита, указанного в договоре с банком.

Организации используют корпоративные карты двух видов:

– расчетные, когда расчеты проводятся за счет денежных средств организации на счете в банке либо овердрафта;

– кредитные, когда расчеты проводятся за счет кредита, предоставляемого банком по кредитному договору.

Эти виды банковских карт различаются по источникам, за счет которых деньги поступают на специальный карточный счет организации. Для открытия расчетной корпоративной карты фирма заблаговременно перечисляет собственные средства на этот счет. Если открывается кредитная корпоративная карта, банк-эмитент предоставляет фирме кредит, сумму которого зачисляют на специальный счет.

По одному счету клиента могут совершаться операции с использованием нескольких расчетных (дебетовых) или кредитных карт, а также по нескольким счетам клиентов могут совершаться операции с использованием одной расчетной (дебетовой) или кредитной карты, выданной кредитной организацией – эмитентом клиенту или лицу, им уполномоченному.

Корпоративные карты, как правило, применяются сотрудниками для оплаты командировочных, представительских или на другие производственные цели. Следует учитывать, что с корпоративной карты можно снимать наличные рубли, но получать в банкоматах наличную иностранную валюту на территории РФ не разрешается. За границей валютные корпоративные карты можно использовать только для оплаты командировочных и представительских расходов, а вот оплачивать картой товары (работы, услуги) для производственных целей организации не разрешается.

При аудите банковских счетов аудитор получает информацию сам или использует сведения, полученные от других аудиторов, проверяющих эти операции, о наличии в организации операций по специальным счетам, так как все расчеты по корпоративным картам учитываются на счете 55 «Специальные счета в банках», субсчет «Карточный счет».

Аудитор проверяет наличие аналитического учета в разрезе держателей банковских карт.

Списание денег с карточного счета отражается проводкой по дебету счета 71 «Расчеты с подотчетными лицами» и кредиту субсчета «Карточный счет» счета 55 «Специальные счета в банках». Средства, списанные со счета организации в результате совершения операций держателем корпоративной карты, считаются выданными под отчет сотруднику до предоставления первичных документов, подтверждающих произведенные расходы.

Наличие и движение денежных средств в иностранных валютах учитываются на счете 55 обособленно.

Аудитору в соответствии с Положением по бухгалтерскому учету «Учет активов и обязательств, стоимость которых выражена в иностранной валюте» (Приказ Минфина России от 27.11.2006 № 154н) следует проверить правильность пересчета стоимости средств на счетах в кредитных организациях, средств в расчетах с юридическими и физическими лицами, выраженной в иностранной валюте, в рубли.

При наличии договора с банком о выпуске и обслуживании кредитной банковской карты необходимо проверить операции по счету 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам».

Также аудитору необходимо проанализировать движение по счету 57 «Переводы в пути», так как квитанции банкоматов поступают в бухгалтерию и обрабатываются до получения выписки по специальному карточному счету, подтверждающему факт списания денежных средств со счета юридического лица.

Итак, аудитору, проверяющему расчеты с подотчетными лицами в части применения ими корпоративных карт, кроме получения информации об операциях на счетах 55, 57 и 66, следует проверить наличие в организации локального нормативного документа о порядке применения и использования корпоративных банковских карт и его содержание. Рекомендуем в таком документе отразить:

– информацию о том, что сведения о ПИН-коде карты являются конфиденциальными и держатели карты не имеют права разглашать эту информацию любым третьим лицам;

– порядок представления отчета держателями карт по израсходованным суммам;

– ответственность за нарушение установленного порядка держателями карт;

– срок, в течение которого работник должен представить в организацию отчет об израсходованных суммах по корпоративной карте;

– описание документооборота;

– перечень первичных документов, которые должны подотчетные лица прилагать к авансовым отчетам при различных операциях[1].

[1] В письме Минфина России от 16.10.2009 N 03-03-06/1/666) рассмотрена ситуация, когда гостиница выдала командированному сотруднику справку об оплате, где были указаны номер трансакции, сумма и дата платежа, владелец карты, тип карты и последние четыре цифры ее номера, а банк выдал выписку со счета кредитной карты. Позиция Минфина России заключается в том, расходы документально не подтверждены, так как сотрудник не предоставил бланк строгой отчетности с указанием обязательных реквизитов в соответствии с Положением об осуществлении наличных денежных расчетов и (или) расчетов с использованием платежных карт без применения контрольно-кассовой техники, утв. Постановлением Правительства РФ от 06.05.2008 №359.

Каждый сотрудник, получивший карту, должен расписаться в том, что ознакомлен с правилом о необходимости при обнаружении факта кражи или пропажи карты незамедлительного сообщения об этом в банк, выдавший карту, для блокирования операций по ней, и в организацию.

По нашему мнению, организации целесообразно организовать забалансовый учет полученных в банке и переданных сотрудникам карт.

Некоторые авторы предлагают расчетные банковские карты учитывать аналогично денежным документам на субсчете «Денежные документы» счета 50 «Касса».

Д 71 «Расчеты с подотчетными лицами» К 50 «Касса», субсчет «Денежные документы»- выдана под отчет работнику организации расчетная карта по номинальной стоимости;

Д 71 «Расчеты с подотчетными лицами» К 57 «Переводы в пути» – получены наличные денежные средства;

Д 50 «Касса», субсчет «Денежные документы», К 71 «Расчеты с подотчетными лицами» – возвращена расчетная банковская карта по номинальной стоимости подотчетным лицом.

Аудитору необходимо проверить наличие и ведение организацией Журнала выдачи и возврата корпоративных банковских карт, а при его отсутствии рекомендовать ведение такого журнала. В журнале целесообразно отразить следующую информацию:

– номер карты;

– фамилию и должность держателя карты;

– срок, на который карта выдана сотруднику;

– дату передачи карты сотруднику;

– дату возврата карты сотруднику;

– подписи сотрудника при получении и сдачи карты;

– подписи лиц, ответственных за выдачу и прием возвращаемых карт.

Расходы, оплаченные картой, проверяются аудитором в обычном порядке.

Аудитору следует проверить наличие документов на бумажном носителе – слипов, квитанций электронного терминала, являющихся основанием для осуществления расчетов по указанным операциям и (или) служащим подтверждением их совершения – п. 3.1 Положения.

В аудиторской практике встречаются ситуации, в которых сотрудник организации – держатель корпоративной карты не представил авансовый отчет или представил его несвоевременно, о чем свидетельствует выписка банка. Аудитору следует проверить своевременность выполнения бухгалтером записей по дебету счета 73 «Расчеты с персоналом по прочим операциям».

При проверке обоснованности производственного характера расходов аудитору необходимо учесть следующее. Расходы по оплате услуг носильщика, химчистки, уборки в номере, телефонных переговоров и другие расходы не уменьшают полученные доходы при налогообложении прибыли. В соответствии с Письмом Минфина России от 03.07.2006 № 03-03-04/2/170 такие и аналогичные расходы считаются личными расходами командированного работника. При выявлении подобных расходов аудитор проверяет их включение в доход подотчетного лица и полноту и своевременность исчисления и перечисления налога на доходы физического лица.

Комиссия банка за ведение карточного счета учитывается в расходах для целей исчисления налога на прибыль на основании пп. 25 п. 1 ст. 264 НК РФ.

Следует отметить необходимость проверки аудитором соблюдения лимита расчетов при использовании корпоративных карт. Оплата товаров, работ или услуг посредством банковской карты согласно Положению является инструментом безналичных расчетов. С одной стороны, это означает, что установленный ЦБ РФ Указанием от 20.06.2007 № 1843-У лимит расчетов наличными в рамках одного договора – 100 000 руб. – на расчеты с использованием корпоративных карт не распространяется. Но, с другой стороны, в соответствии с п. 2.5 Положения кредитная организация – эмитент обязана определить максимальную сумму наличных денежных средств в рублях, которая может выдаваться клиенту – юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю в течение одного операционного дня для целей, указанных в названном пункте. ЦБ РФ рекомендует коммерческим банкам устанавливать данный лимит в размере не выше 100 000 руб. В Письме от 25.09.2009 № 117-Т ЦБ РФ разъяснил, что эту рекомендацию можно применить в отношении операций по получению наличных денежных средств в рублях в течение одного операционного дня по каждой расчетной (дебетовой) или кредитной карте, выданной уполномоченному сотруднику клиента – юридического лица, индивидуального предпринимателя.

В соответствии с планом аудиторской проверки аудитор, проверяющий расчеты с подотчетными лицами с применением корпоративных карт, или аудитор, проверяющий операции по банковским счетам, должны проверить факт и сроки сообщения в налоговый орган информации об откры-

тии счета в отделении банка для проведения операций, совершаемых с использованием расчетных (дебетовых) карт.

Постановлением Президиума ВАС РФ от 21.09.2010 № 2942/10 по делу № А50-8557/2009 в удовлетворении заявления о признании недействительным решения налогового органа о привлечении к ответственности на основании п. 1 ст. 118 НК РФ и наложении штрафа отказано, так как несообщение организацией в налоговый орган в установленный срок информации об открытии счета в отделении банка для проведения операций, совершаемых с использованием расчетных (дебетовых) карт, влечет ответственность, предусмотренную ст. 118 НК РФ.

В указанном Постановлении сделан вывод, что организации обязаны сообщать об открытии в отделении банка счета, предназначенного для проведения операций, совершаемых с использованием расчетных (дебетовых) карт.

При этом Президиум ВАС РФ подчеркнул, что договор об открытии такого счета является договором банковского счета, поскольку расчеты по дебетовой карте осуществляются за счет денежных средств клиента, находящихся на его банковском счете. Таким образом, открытие банковского счета – необходимое условие использования пластиковой карты. Кроме того, заключенный с банком договор по обслуживанию банковских карт предусматривает, что налоговый орган вправе списывать с таких счетов средства в порядке инкассо. Следовательно, по мнению Президиума ВАС РФ, организация обязана сообщать о тех счетах, с которых налоговый орган вправе списать денежные средства.

Ст. 118 «Нарушение срока представления сведений об открытии и закрытии счета в банке» НК РФ установлена ответственность налогоплательщика за нарушение срока представления в налоговый орган информации об открытии или закрытии им счета в каком-либо банке в виде штрафа в **размере 5 тыс. руб.**

Статьей 23 «Обязанности налогоплательщиков (плательщиков сборов)» НК РФ установлен срок для представления такой информации – семь дней со дня открытия (закрытия) счета. В этой связи налоговые органы вправе привлечь организацию к налоговой ответственности на основании ст. 118 НК РФ за несообщение в течение семи дней с момента открытия/закрытия счета, предназначенного для проведения операций, совершаемых с использованием расчетных (дебетовых) карт.

Аудитору можно применить предложенный нами тест (таблица).

Тест аудита расчетов с подотчетными лицами при применении корпоративных банковских карт

№ п/п		Да/ Нет	Примечание
1	2	3	4
1.	Наличие в организации локального нормативного документа – Положения (правил) применения и использования корпоративных банковских карт		При отсутствии Положения, предусматривающего правила применения и использования корпоративных банковских карт рекомендовать организации его разработать
2.	Все ли основные моменты отражены в Положении?		Целесообразно в Положение включить информацию о том, что сведения о ПИН-коде карты являются конфиденциальными и держатели карты не имеют права разглашать эту информацию любым третьим лицам; порядок представления отчета держателями карт по израсходованным суммам; ответственность за нарушение установленного порядка держателями карт; срок, в течение которого работник должен представить в организацию отчет об израсходованных суммах по корпоративной карте; описание документооборота и др.
3.	Предупреждены ли под подпись сотрудники о том, что ознакомлены с Правилами?		В целях усиления контроля рекомендовать организации ознакомить с Положением сотрудников под подпись
4.	Соблюдается ли в организации Порядок выдачи средств под отчет в части обоснованности выдачи подотчетным лицам корпоративных карт для расчетов?		Целесообразно приказом предусмотреть круг лиц-сотрудников, имеющих право совершать расходы за наличные средства, помимо командировочных расходов

Окончание таблицы

1	2	3	4
5.	Имеется ли в организации Журнал выдачи и возврата корпоративных банковских карт?		Можно рекомендовать организации в целях повышения контроля над обращением корпоративных карт вести Журнал выдачи и возврата корпоративных банковских карт
6.	Своевременно ли сообщено в налоговый орган об открытии/закрытии счета, предназначенного для проведения операций, совершаемых с использованием расчетных (дебетовых) карт		См. Постановление Президиума ВАС РФ от 21.09.2010 № 2942/10 по делу № А50-8557/2009
7.	Соблюдается ли организацией лимит расчетов при использовании сотрудниками корпоративных карт?		См. письмо Минфина России от 25.09.2009 № 117-Т, п. 2.5 Положения «Об эмиссии банковских карт и об операциях, совершаемых с использованием платежных карт», Указание ЦБ РФ от 20.06.2007 №1843-У
8.	Своевременно ли выполняется бухгалтером запись по дебету счета 73 «Расчеты с персоналом по прочим операциям»?		Аудитору следует проверить сроки отчета подотчетного лица по произведенным им расходам
9.	Имеют ли место расходы личного (непроизводственного) характера, оплаченные подотчетным лицом корпоративной картой?		Производственный характер расходов, производимых подотчетным лицом, аудитор может проверять, если это предусмотрено программой, состав затрат может проверяться и другим аудитором
10.	Своевременно ли включаются в состав доходов физического лица расходы, указанные в п.9?		Расходы непроизводственного характера включаются в совокупный доход и облагаются НДФЛ в общеустановленном порядке (гл.23 НК РФ)
11.	Формируют ли расходы п.9 постоянное налоговое обязательство?		Расходы непроизводственного характера не уменьшают налогооблагаемую прибыль (гл. 25 НК РФ), в связи с чем аудитор проверяет отражение постоянного налогового обязательства
12.	Не предъявлен ли к вычету НДС по услугам непроизводственного характера, указанным в п.9?		По услугам непроизводственного характера НДС к вычету не принимается (гл.21 НК РФ) и в расходах для целей исчисления прибыли не учитывается
13.	Все ли расходы подтверждены необходимыми первичными бухгалтерскими документами, носящими оправдательный характер (слипами, квитанциями электронных терминалов, бланками строгой отчетности и т.д.)?		Аудитор описывает выявленные нарушения при недостаточности подтверждающих документов
14.	Не применялись ли валютные корпоративные карты для оплаты командированным за границу лицом товаров (работ, услуг) для производственных целей организации?		См. Положение «Об эмиссии банковских карт и об операциях, совершаемых с использованием платежных карт»
15.	Правильно ли бухгалтерией применялись даты для пересчета иностранной валюты?		Основание – Положение по бухгалтерскому учету «Учет активов и обязательств, стоимость которых выражена в иностранной валюте» (Приказ Минфина России от 27.11.2006 № 154н)
16.	Не выявлены ли случаи приобретения на территории РФ иностранной валюты подотчетным лицом по карте?		См. Положение «Об эмиссии банковских карт и об операциях, совершаемых с использованием платежных карт»
17.	Не применялись ли корпоративные карты для выдачи заработной платы и социальных пособий?		См. Положение «Об эмиссии банковских карт и об операциях, совершаемых с использованием платежных карт»

Таким образом, аудит расчетов с подотчетными лицами при использовании корпоративных банковских карт имеет некоторые особенности.

Учитывая рассмотренные нами некоторые нарушения, выявленные при аудиторских проверках, специалисты аудиторских компаний могу планировать проверку расчетов с подотчетными лицами при применении корпоративных банковских карт так, чтобы сократить трудозатраты и повысить эффективность аудиторской проверки.

Список литературы

1. Налоговый кодекс РФ. Часть вторая от 31.07.98 № 146-ФЗ (ред. от 19.07.2009).

2. Положение об осуществлении наличных денежных расчетов и (или) расчетов с использованием платежных карт без применения контрольно-кассовой техники, утв. Постановлением Правительства РФ от 06.05.2008 № 359.

3. Постановление Президиума ВАС РФ от 21.09.2010 № 2942/10.

4. www.minfin.ru, дата последнего посещения: 22 декабря 2010.

5. www.nalog.ru, дата последнего посещения: 11января 2010.

6. Мельник М.В. Аудит. – М.: Экономистъ, 2006.

7. Скобара. В.В. Аудит. Методология и организация. – М.: Дело и сервис, 1998.

8. Ганжа Г. Подотчетные карты. В командировку – с «кредиткой // Расчет. – 2010. – №1.

9. Щипанова Н.Ю. Расчетная банковская карта // Пищевая промышленность: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2010. – № 3.

Рецензенты:

Андреев В.Д., д.э.н., зав. кафедрой бухгалтерского учета и аудита ГОУ ВПО «Сочинский государственный университет туризма и курортного дела», г. Сочи;

Левченко Т.П., д.э.н., профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита ГОУ ВПО «Сочинский государственный университет туризма и курортного дела», г. Сочи.

Работа поступила в редакцию 08.07.2011.

УДК 338.24:330.15

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ УЧЕТ В ТРАНСФОРМАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Левченко С.В.

Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт, Невинномысск, e-mail: staselectro@yandex.ru

С помощью методов регрессионного анализа были получены трендовые модели и определены прогнозные значения показателей развития природных ресурсов Ставропольского края на 2011 и 2012 годы и показателей оценки достижения стратегических целей до 2020 года. Прогнозирование показателей осуществлялось посредством анализа временного ряда и построения соответствующего временного тренда. Отмечена их роль в трансформации регионального развития края. Полученные результаты оценки трансформации региональной экономической системы позволяют обеспечить рациональное распределение ресурсов и внедрение инвестиций, а также определяют возможность перехода от управления по отклонению, когда решение принимается как результат сравнения планируемого показателя с текущим, к упреждающему управлению на основе прогноза.

Ключевые слова: регрессионный анализ; динамика; природные ресурсы; прогнозные значения

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF NATURAL RESOURCES AND THEIR ACCOUNTING IN THE TRANSFORMATION OF REGIONAL DEVELOPMENT

Levchenko S.V.

Nevinnomyssky State Humanitarian Institute, e-mail: staselectro@yandex.ru

Using the methods of regression analysis were obtained trend model and forecast values are defined indicators of development of natural resources of the Stavropol Territory in 2011 and 2012 and indicators to assess the achievement of strategic objectives to 2020. Forecasting indicators was carried through the analysis of time series and construct an appropriate time trend. Noted their role in the transformation of the regional development of the region. The results are estimates of regional economic transformation of the system allow for rational allocation of resources and implementation of investment and also define possibility of transition from management by exception, when the decision is accepted as result of comparison of planned indicators with the flowing, to anticipatory management based on prognosis.

Keywords: regression analysis, dynamics, natural resources, forecast values

Для обоснованного выбора инновационных приоритетов, способствующих повышению конкурентоспособности региона, связанного с развитием добычи, переработки и потребления на основе природных ресурсов, необходимым является проведение анализа динамики показателей региональной природно-хозяйственной системы (РПХС). Значимыми для исследования могут быть, на наш взгляд, пятилетние периоды, которые формируют следующие временные этапы трансформационного периода: 2000–2004 гг.; 2005–2009 гг.; 2010 г. – прогноз. В рамках этих периодов, как правило, фиксируются промежуточные статические состояния экономических систем для анализа и оценки динамики их развития из целей проводимого анализа. В отдельных случаях временные периоды можно расширить либо (при существенной вариабельности показателей) незначительно сократить. Используя материалы Ставропольского края [1], в табл. 1 приведены результаты динамики развития показателей природно-хозяйственной системы на указанных временных этапах, в табл. 2 – показатели оценки достижения показателей до 2020 года.

Прогнозирование показателей осуществлялось посредством анализа временного ряда и построения соответствующего временного тренда [2]. Тренд (детерминированная основа прогнозируемого процесса) – общая, основная тенденция изменения динамического ряда (процесса) в течение достаточно длительного периода наблюдений за ним. Принято считать, что тренд определяется действием постоянно действующих факторов [3]. Подбор вида функции, описывающей тренд, производился эмпирически, путем построения ряда функций и сравнения их между собой по величине относительного отклонения $\sigma = \frac{\left(y_i - \overline{y}_i\right)}{y}$ и среднего квадратического отклонения (σ):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \overline{y}_i\right)^2}{n}},$$

где y – фактические уровни временного ряда; $\bar{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t_2$ – расчетные значения уровней временного ряда; n – число уровней временного ряда.

Исследовались функции следующего вида:

$$\bar{y} = a_0 + a_1 t; \quad (1)$$

$$\bar{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (2)$$

где $\bar{y}$ – расчетное значение показателя в момент времени t; a_0, a_1, a_2 – параметры функций.

Полином первой степени (1) характеризует постоянный прирост, равный a_1 единицам при начальном уровне a_0. Полином второй степени (2) отражает постоянный темп изменения абсолютного прироста, равный $2a_2$ единицам. Параметры этих уравнений находились методом наименьших квадратов. Прогноз, построенный на основе этого метода, дает хорошие результаты на короткую перспективу (1–2 года).

Экстраполяция проводилась подстановкой порядкового номера временной даты, на которую осуществлялся прогноз, в выбранное уравнение. Величина возможного отклонения экстраполированного значения от фактического оценивалась величиной максимального отклонения выравнивания, умноженной на коэффициент роста ошибки, который зависит от длины выравниваемого ряда и периода упреждения. Коэффициент роста ошибки ($K_{n,m}$) рассчитывался по формуле:

$$K_{n,m} = \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(2m + n - 1)^2}{(n^2 - 1)n}}, \quad (3)$$

где n – длина выравниваемого ряда; m – период прогноза.

Таблица 1

Динамика развития показателей природных ресурсов и их оценка

№ п/п	Наименование показателя	Уравнение	Постоянный абсолютный прирост	Среднее квадратическое отклонение, σ	Относительное отклонение, %
1	2	3	4	5	6
1	Нефть, тыс. т	$\bar{y} = 1022{,}32 + 1{,}93 \cdot t$ $\bar{y} = 1015{,}5 + 5{,}34 \cdot t - 0{,}31 \cdot t^2$	1,93 -	40,3 42,5	7,6 7,4
2	Газ естественный, млн куб. м	$\bar{y} = 242{,}4 + 16{,}91 \cdot t$ $\bar{y} = 235{,}2 + 20{,}49 \cdot t - 0{,}125 \cdot t^2$	16,91 -	42,8 42,7	15,9 15,4
3	Минеральные воды, млн полулитров	$\bar{y} = 224{,}21 + 48{,}52 \cdot t$ $\bar{y} = 239{,}4 + 41{,}31 \cdot t + 0{,}66 \cdot t^2$	48,52 -	62,1 16,2	17,2 17,4
4	Нерудные строительные материалы, тыс. м куб, в том числе:	$\bar{y} = 2105{,}8 + 779{,}1 \cdot t$ $\bar{y} = 3374{,}9 - 308{,}7 \cdot t + 181{,}3 \cdot t^2$	779,1 -	436,4 274,6	15,1 8,7
	– щебень, тыс. м куб.	$\bar{y} = 642{,}7 + 396{,}9 \cdot t$ $\bar{y} = 967{,}5 + 71{,}95 \cdot t + 64{,}98 \cdot t^2$	396,9 -	161,8 143,3	19,2 13,8
	– песок, тыс. м. куб.	$\bar{y} = 712{,}2 + 18{,}6 \cdot t$ $\bar{y} = 984{,}5 - 330{,}59 \cdot t + 85{,}93 \cdot t^2$	18,6 -	133,9 73,4	16,4 10,0
	– смесь песчано-гравийная, тыс. м куб.	$\bar{y} = 457{,}9 + 78{,}8 \cdot t$ $\bar{y} = 383{,}2 + 363{,}88 \cdot t - 89{,}4 \cdot t^2$	78,8 -	58,9 96,1	11,4 17,4
	– гравий, тыс. м куб.	$\bar{y} = 214{,}01 + 41{,}2 \cdot t$ $\bar{y} = 490{,}3 - 303{,}46 \cdot t + 123{,}9 \cdot t^2$	41,2 -	291,8 2,6	27,4 4,2

Таблица 2

Прогнозируемые показатели РПХС Ставропольского края

Наименование показателя	2011 г. (прогноз)	Коэффициент роста ошибки $K_{n,m}$	Ошибка прогноза, %	2012 г. (прогноз)	Коэффициент роста ошибки $K_{n,m}$	Ошибка прогноза, %
Нефть, тыс. т	1024,94	1,12 ($n = 10$, $m = 2$)	8,2	1028,73	1,15 ($n = 10$, $m = 3$)	8,5
Газ естественный, млн м^3	275,68	1,12 ($n = 10$, $m = 2$)	17,2	295,55	1,15 ($n = 10$, $m = 3$)	17,7
Минеральные воды, млн полулитров	321,25	1,12 ($n = 10$, $m = 2$)	19,2	369,78	1,15 ($n = 10$, $m = 3$)	19,7
Нерудные строительные материалы, тыс. м^3	3482,7	1,68 ($n = 3$, $m = 2$)	14,6	4080,5	1,99 ($n = 3$, $m = 3$)	17,3

Несмотря на незначительное снижение добычи углеводородного сырья, имеет место положительная динамика в 2000–2009 гг. Из табл. 1 и 2 видно, что имеет место невысокий абсолютный прирост нефти и незначительный рост ее в исследуемом периоде прогноза. В связи с прогнозируемым естественным снижением объемов добычи углеводородного сырья в период до 2020 года в нефтяной и газовой отрасли необходимо проведение геолого-технических мероприятий, направленных на недопущение значительного снижения достигнутых объемов добычи нефти и газа с приемлемым уровнем рентабельности. На этом этапе необходимо продолжить комплекс научно-исследовательских работ, поиск новых месторождений нефти и газа, проведение геологоразведочных работ с использованием как средств недропользователей, так и средств бюджетов Российской Федерации и Ставропольского края, что будет способствовать развитию минерально-сырьевой базы углеводородного сырья на территории края. При этом особое внимание необходимо уделить перспективным площадям и новым месторождениям нефти и газа.

Реализация процесса трансформации с учётом воздействия внешних и внутренних факторов позволяет оценить целый ряд важных показателей, в их числе: рост валового регионального продукта (ВРП) и валовой региональный продукт на душу населения, который предполагается достичь в результате успешно осуществлённой стратегии трансформации, долю обрабатывающей промышленности в ВРП, индекс физического объема инвестиций в основной капитал, удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в общем числе организаций промышленного производства, долю продукции малых предприятий в ВРП (см. табл. 3) [4].

Учитывая положительную динамику для всех рассматриваемых показателей РПХС и обобщенные экономические показатели, приведенные в табл. 3, проведен анализ динамики экономических показателей оценки достижения стратегических целей, результаты которого приведены в табл. 4. Заметим, что прогнозирование экономических показателей, приведенных в табл. 3, осуществляемое вне связи с изменением факторов их обусловливающих, предполагает, что за рассматриваемый период действие этих факторов не изменяет выявленный тренд. Поскольку данные в табл. 3 не отражают временной фактор, то для учета динамики были получены временные уравнения. Экономико-математическая динамическая модель, в которой развитие моделируемой экономической системы отражается через тренд ее основных показателей, является трендовой моделью.

Таблица 3

Показатели оценки достижения стратегических целей экономики Ставропольского края [4]

№ п/п	Наименование показателя	Значения показателя		
		2008 г.	2012 г.	2015 г.
1.	Рост валового регионального продукта (в сопоставимых ценах), % (не менее)	109,9	114,6	140,0
2.	Валовой региональный продукт на душу населения, руб.	114162	190200	230000
3.	Доля обрабатывающей промышленности в ВРП, %	14,0	15,8	16,7
4.	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал, %	110,2	146,5	208,5
5.	Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в общем числе организаций промышленного производства, %	6,8	17,0	31,0
6.	Доля продукции малых предприятий в ВРП, % (не менее)	15,9	30,0	40,0

Для определения тренда в экономических временных рядах не целесообразно использовать полиномы высоких степеней [2]. Поэтому были исследованы уравнения не выше второго порядка. Данные табл. 4 показывают, что в отдельных случаях максимальные отклонения при использовании нелинейного уравнения оказались выше в сравнении с линейным уравнением. Поэтому достаточно использовать для аппроксимации данных уравнение первой либо второй степени.

Для прогнозирования были выбраны нелинейные уравнения тренда. Результаты прогноза по выбранным моделям приведены в табл. 5.

Качество выбранных моделей подтверждается рассчитанным значением относительной ошибки аппроксимации. Анализируя полученные ошибки (см. табл. 5)

следует отметить достаточно хорошую точность моделей. Ошибка аппроксимации только в одном варианте не превышает 8%, а во всех других составляет (0,2–1,2%). Следовательно, можно отметить, что финансовое положение Ставропольского края останется удовлетворительным. При этом будет иметь место увеличение всех рассмотренных показателей в среднем в 2,18 раза по отношению к 2008 году.

Таблица 4

Динамика показателей оценки достижения стратегических целей

№ п/п	Наименование показателя	Уравнение тренда	Изменение абсолютного прироста/ абсолютный прирост	Относительное отклонение, %
1.	Рост валового регионального продукта (в сопоставимых ценах), % (не менее)	$\bar{y} = 136,3 - 39,6t + 13,8 \cdot t^2$ $\bar{y} = 67,2 + 29,57 \cdot t$	27,6/ 29,57	1,7 11,4
2.	Валовой региональный продукт на душу населения, руб.	$\bar{y} = 57114,5 + 67278,9 \cdot t - 1509,5 \cdot t^2$ $\bar{y} = 59262 + 59731,4 \cdot t$	3019,0/ 59731,4	5,2 6,0
3.	Доля обрабатывающей промышленности в ВРП, %	$\bar{y} = 13,8 + 0,015t + 0,375 \cdot t^2$ $\bar{y} = 11,9 + 1,89 \cdot t$	0,75/ 1,89	3,1 5,2
4.	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал, %	$\bar{y} = 158,7 - 77,11t + 32,55 \cdot t^2$ $\bar{y} = -4,05 + 85,64 \cdot t$	65,1/ 85,64	8,1 21,3
5.	Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в общем числе организаций промышленного производства, %	$\bar{y} = -0,95 + 6,21 \cdot t + 1,45 \cdot t^2$ $\bar{y} = -8,2 + 13,46 \cdot t$	2,9/ 13,46	5,5 1,6
6.	Доля продукции малых предприятий в ВРП, % (не менее)	$\bar{y} = 8,275 + 6,86 \cdot t + 1,475 \cdot t^2$ $\bar{y} = 0,9 + 14,23 \cdot t$	2,95/ 14,23	7,1 8,9

Таблица 5

Прогноз показателей оценки достижения стратегических целей на 2020 г.

№ п/п	Наименование показателя	Уравнение тренда	Прогноз	Относительная ошибка, %
1.	Рост валового регионального продукта (в сопоставимых ценах), %	$\bar{y} = 136,3 - 39,6t + 13,8 \cdot t^2$	198,7	0,6
2.	Валовой региональный продукт на душу населения, руб.	$\bar{y} = 57114,5 + 67278,9 \cdot t - 1509,5 \cdot t^2$	323814,9	7,9
3.	Доля обрабатывающей промышленности в ВРП, %	$\bar{y} = 13,8 + 0,015t + 0,375 \cdot t^2$	19,8	0,7
4.	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал, %	$\bar{y} = 158,7 - 77,11t + 32,55 \cdot t^2$	371,1	1,1
5.	Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в общем числе организаций промышленного производства, %	$\bar{y} = -0,95 + 6,21 \cdot t + 1,45 \cdot t^2$	47,1	0,2
6.	Доля продукции малых предприятий в ВРП, %	$\bar{y} = 8,275 + 6,86 \cdot t + 1,475 \cdot t^2$	59,3	1,2

Полученные результаты оценки трансформации региональной экономической системы позволяют обеспечить: во-первых, рациональное распределение всех ресурсов (природных, финансовых, материальных, технологических, людских и др.); во-вторых, рациональное внедрение инвестиций; в-третьих, конкурентоспособное, устойчивое положение региона на рынке; в-четвертых, позволит перейти от управления по отклонению, когда решение принимается как результат сравнения планируемого показателя с текущим, к упреждающему (прогнозирующему) управлению на основе прогноза.

В настоящее время в Северо-Кавказском федеральном округе начата реализация Комплексной Стратегии социально-экономического развития до 2025 года [5]. В стратегии было отмечено, что в 2008 г. до-

ходы консолидированных бюджетов субъектов составили 163,3 млрд руб., что на 8,7 млрд руб. больше расходов. Основным источником доходов являлись поступления из федерального бюджета. В бюджете Ставропольского края эти средства составляли 35%. При этом из всего объема налогов, собираемых в стране, на долю округа приходилось только лишь 1,18% [6], что указывает на крайне низкую эффективность использования средств, поступающих из федерального бюджета. В связи с этим и с учетом результатов данной работы основными направлениями развития РПХС Ставропольского края должны стать развитие минерально-сырьевой базы углеводородного сырья с использованием как средств недропользователей, так и средств бюджетов Российской Федерации и Ставропольского края; развитие электроэнергетики на основе освоения использования нетрадиционных источников энергии (солнечной, геотермальной, ветровой); добыча и розлив лечебной и столовой воды (розлив минеральной и родниковой воды, производство стекольной и полиэтиленовой тары); добыча и переработки минерального сырья; развитие химических производств (удобрения, ароматизаторы и дезодоранты).

Несмотря на наличие целого ряда общих причин и кризисных явлений, их конкретные проявления в каждой региональной экономической системе могут существенно различаться. Поэтому эффективность трансформаций зависит от того, насколько полно удается учесть особенности, факторы и условия развития РПХС и экономической системы, поскольку они так или иначе будут использованы в управлении трансформационными процессами.

Список литературы

1. Стратегия долгосрочного развития производства строительных материалов, изделий и конструкций Ставропольского края на период 2009–2020 годы. – Ставрополь,2009. – htpp://www.stavinvest.ru/strategy/Промстроймат.doc.

2. Френкель А.А. Прогнозирование производительности труда: методы и модели. – М.: Экономика, 1989. – 214 с.

3. Кильдишев Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. – М.: Статистика, 1973. – 104 с.

4. Стратегия социально-экономического развития Ставропольского края на период до 2020 года. – Ставрополь, 2009. – htpp:www. stavinvest.ru/strategy.

5. Комплексная Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года. – М., 2010.

6. Татуев А.А. Направления трансформации регионального развития // Экономический вестник Ростовского экономического университета. – Ростов н/Д, 2010. – Т. 8, № 4, Часть 3. – С. 97–100.

Рецензенты:

Тимошенко Н.К., д.э.н., профессор, профессор кафедры «Экономика, бухгалтерский учет и аудит» Невинномысского технологического института Министерства образования и науки РФ, г. Невинномысск;

Глушко А.Я., д.э.н., зав. кафедрой «Бухгалтерский учет и аудит» Невинномысского гуманитарно-технологического института Министерства образования Ставропольского края, г. Невинномысск.

Работа поступила в редакцию 29.06.2011.

УДК 338.2

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА

Никитин А.И., Скачков Р.А.

НИУ «Белгородский государственный университет», Белгород, e-mail: wolfsnow@list.ru

В статье рассмотрены отдельные этапы формирования стратегического целеполагания предприятий региона. Выделена особая значимость в данном процессе определения стратегических целевых приоритетов. На основе рассмотренных и предложенных положений разработан алгоритм формирования стратегии развития предприятий региона. Формирование стратегии целеполагания развития предприятий региона осуществляется на основе управления стратегией адаптации к прямым факторам внешней среды, управления стратегией развития предприятия и управления стратегией адаптации к косвенным факторам внешней среды.

Ключевые слова: стратегия, стратегическое целеполагание, конкурентоспособность

FORMING A STRATEGIC GOAL SETTING COMPANIES IN THE REGION

Nikitin A.I., Skachkov R.A.

NRU «Belgorod State University», Belgorod, e-mail: wolfsnow@list.ru

The article deals with the separated phases of strategic goal-setting companies in the region. Highlighted the special significance in this process to define strategic target priorities. Based on the reviewed and proposed regulations developed an algorithm for the formation of an enterprise development strategy in the region. The formation of goal-setting strategies of enterprises in the region is based on management strategies to adapt to the direct environmental factors, management of the company's development strategy and management strategies to adapt to the indirect environmental factors.

Keywords: strategy, strategic goal setting, competitiveness

Совмещая в единой стратегии рост и развитие РФ, должны быть направлены все усилия государства и экономики на обеспечение в стратегической перспективе конкурентных преимуществ и конкурентоспособности в экономической, политической, научно-технологической и других сферах.

Факторы внутренней и внешней среды предприятия характеризуются многочисленностью и динамизмом, что отражается на его конкурентоспособности. Здесь под конкурентоспособностью предприятия подразумевается оцененное субъектами внешней среды его превосходство без ущерба для окружающих, определяемое конкурентоспособностью его конкретных товаров и уровнем конкурентного потенциала, характеризующего способность в будущем разрабатывать, изготавливать, сбывать и обслуживать товары, превосходящие по качеству и цене аналогов [1].

С усилением конкуренции на рынке, усложнением механизмов взаимодействия хозяйствующих субъектов повышается актуальность разработки и применения адаптивных систем управления предприятиями.

Цель исследования – разработка алгоритма формирования адаптированного стратегического развития предприятия в условиях конкурентной экономики.

Особая значимость, на наш взгляд, должна принадлежать этапу определения стратегических целевых приоритетов. Это связано с тем, что, несмотря на множество систем стратегических целей развития, предприятие выделяет для себя наиболее приоритетные области и направления развития в зависимости от специфичности своей деятельности, которые выражаются через стратегические целевые приоритеты.

Необходимо отметить, что многие стратегические целевые приоритеты могут носить характер личностных предпочтений и не поддаваться четкому определению и аргументации (связаны с личными предпочтениями акционеров, высшего руководства, менеджеров), поэтому при определении стратегических целевых приоритетов развития предприятия надо обязательно учитывать данные, полученные на всех этапах проведенного стратегического анализа для исключения «ложных» приоритетов его развития.

Стратегическая цель характеризуется (в отличие от текущей цели) следующими особенностями [2]:

• направленностью в будущее и неопределенностью выбора;

• ориентацией на положение во внешней среде;

• проактивным (упреждающим) повелением всех элементов-целеносителей;

• взаимосвязью со способом достижения (стратегией) и средствами достижения (тактикой, ресурсами);

• возможностью альтернатив и изменений.

Правильно поставленные цели должны обладать рядом качественных характеристик, задаваемых технологией SMART [3]:

1. S (specific) – каждая цель должна быть описана как четкий, конкретный результат;

2. M (measurable) – цель должна быть измеримой с помощью критериев индикаторов и стандартных процедур измерения;

3. A (assignable) – цель должна быть неслучайной, обоснованной, доказанной, жизненно необходимой для организации;

4. R (realistic) – цель должна представлять реалистичный прогноз, достижимый в принципе;

5. T (time related) – цель должна быть четко определена во времени и иметь конкретные временные рамки сроков достижения и критериев оценки эффективности.

Процесс целеполагания, по нашему мнению, должен базироваться на следующих концептуальных положениях:

– существует множество стратегических целей;

– существует множество путей достижения одной цели, пространство стратегий;

– цели могут быть типовыми (общими) и особенными;

– цели и стратегии имеют разный масштаб времени, могут быть долгосрочными, среднесрочными и краткосрочными;

– цели и стратегии образуют иерархическую систему;

– разработка, выбор и реализация целей и стратегий образуют непрерывный процесс;

– выбор целей социально-экономического развития организации является сознательным, волевым актом.

Используя систему приоритетов и уже сформированные стратегические цели развития предприятия, можно получить комплекс стратегических приоритетов, которые будут увязаны со всеми уровнями целеполагания. Следовательно, в конечной формулировке стратегические цели и стратегические целевые приоритеты должны быть синтезированы между собой и в них должны быть отражены результаты и ключевые позиции анализа внешней и внутренней среды предприятия, что позволит наиболее правильно разработать стратегию поведения предприятия как способ и средства достижения поставленных целей развития в стратегической перспективе.

С учетом вышеизложенного, в работе разработан алгоритм формирования стратегии развития предприятий региона, который приведен на рис. 1.

Рис. 1. Алгоритм формирования стратегии развития предприятия региона

В рассматриваемом алгоритме условно не показана внутренняя среда предприятий, т.е. внутренние переменные или ситуативные факторы, к которым относятся цели, структура, задачи, технологии и люди. Взаимосвязь технологий, задач, структуры и целей представлена на рис. 2 [4].

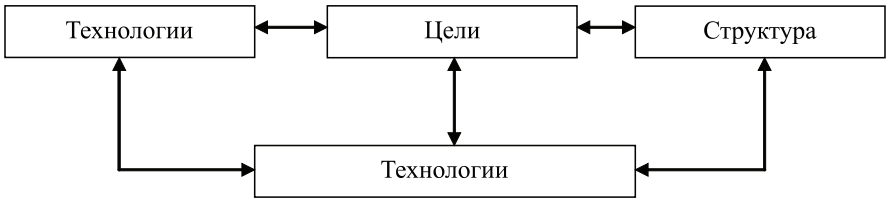


Рис. 2. Взаимосвязь технологий, задач, структуры и целей

Заключение

Влияние технологии на менеджмент обусловлено тремя крупнейшими технологическими прорывами, т.е. промышленной революцией, стандартизацией и механизацией, а также появлением конвейеров [4].

В заключение можно сделать вывод, что разработанный алгоритм по формированию стратегического целеполагания предприятий основан на комплексном подходе при решении данной проблемы, т.е. учитываются факторы стратегического развития предприятия, стратегия адаптации к прямым факторам внешней среды и стратегия адаптации к косвенным факторам внешней среды, что позволит оптимизировать формирование стратегии поведения предприятия как способ и средство достижения поставленных целей развития в стратегической перспективе.

Список литературы

1. Фасхиев Х. А., Попова Е. В. Модель управления конкурентоспособностью предприятия // Маркетинг в России и за рубежом. – 2009. – № 6 (74). – С. 107–122.

2. Шеховцева, Л.С. Стратегическое целеполагание региона как субъекта развития // Региональная экономика. – 2008. – №19. – С. 58–66.

3. Попов С.А. Актуальный стратегический менеджмент: учеб.-практич. пособие. – М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2010. – 448 с. – (Прогрессивный учебник).

4. Мескон М.Х. Основы менеджмента / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – 3-е изд. – М.: Дело, 2004. – 672 с.

Рецензенты:

Щетинини Е.Д., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Маркетинг» ГОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства образования и науки РФ, г. Белгород;

Куприянов С.В., д.э.н., профессор, зав. кафедрой менеджмента и внешнеэкономической деятельности, ГОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства образования и науки РФ, г. Белгород;

Савин К.Н., д.э.н., профессор кафедры «Экономика» ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов.

Работа поступила в редакцию 11.07.2011.

УДК 339.944

ПРОБЛЕМЫ И РИСКИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СОЗДАНИИ СОВМЕСТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Омаров М.М., Чуркин П.Г.

Институт экономики и управления НовГУ им. Ярослава Мудрого, Великий Новгород, e-mail: angmar007@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы и риски в создании совместных предприятий(СП). Совместные предприятия являются важной областью корпоративных стратегий, будь то в разведке и завоевании новых рынков и получения выгоды или стоимости развития инновационных технологий. Таким образом, эта тема становится все более значимой для Европы и мира. На сегодняшний день не сложились ещё научные представления о природе и методах управления рисками совместных предприятий. В последние годы одной из ведущих форм международного бизнеса стало совместное предпринимательство, которое включает многообразные кооперационные связи: от межфирменного сотрудничества и создания совместных предприятий до крупномасштабных интеграционных проектов в рамках региональных и межрегиональных объединений. Возможный и единственный путь решения проблем формирования и эффективного функционирования совместных предприятий является кардинальное изменение инвестиционного климата в РФ.

Ключевые слова: совместные предприятия, риски, проблемы

CHALLENGES AND RISKS ARISING FROM THE JOINT VENTURE

Omarov M.M., Churkin P.G.

Institute of Economics and Management, Novgorod State University named after Yaroslav the Wise Novgorod, Novgorod, e-mail: angmar007@mail.ru

The article deals with the problems and risks in joint ventures (JV). Joint ventures are an important area of corporate strategies, whether in the exploration and conquest of new markets and benefit or cost of the development of innovative technologies. Thus, this issue becomes increasingly important for Europe and the world. Today did not exist yet scientific understanding of the nature of risk management techniques and joint ventures. In recent years, one of the leading forms of international business was a joint enterprise, which includes multiple cooperation's from inter-firm collaboration and joint ventures to large-scale integration projects in the framework of regional and interregional associations. Possible and the only way to solve the problems of formation and effective functioning of joint ventures is a fundamental change in the investment climate in RF.

Keywords: joint venture, risks, problems

Совместные предприятия являются важной областью корпоративных стратегий, будь то в разведке и завоевании новых рынков и получения выгоды или стоимости развития инновационных технологий. Таким образом, эта тема становится все более значимой для Европы и мира.

Термин «совместные предприятия» понимается в Европе как предприятия, которые контролируются двумя или более экономически независимыми предприятиями.

Совместное предприятие образуется в основном при создании новых производств, выделении существующих производственных мощностей или совместном приобретении существующих долей. Совместные предприятия обозначаются среди экономистов, так же как «особая форма внешнего увеличения предприятия» [1].

Объединение предприятий в форме совместного предприятия может принести участникам не только выгоды, но и серьезные проблемы.

Общее преимущество совместного предпринимательства в любых его формах – создание благоприятных стартовых условий для нового производства. Однако потенциальная быстрота объединения партнеров и освоения производства порождает проблемы выработки стратегии, в частности, касающиеся структуры капитала и налогов, распределения дивидендов и т.д. Немаловажными являются проблемы, связанные с дополнительными материальными затратами потенциальных участников совместного предприятия.

В первую очередь это относится к *затратам на подготовку к совместной работе,* которые могут потребоваться в процессе создания совместного предприятия, начиная с этапа первоначальных контактов с потенциальными партнерами по бизнесу и переговоров о заключении договора о сотрудничестве до планирования и организации деятельности партнёров.

Помимо начальных затрат подготовительного периода, могут возникнуть трудности, связанные с *большими расходами на коммуникации между сторонами* и с вопросами координации партнеров при принятии решений в процессе создания совместных предприятий. Для обеспечения слаженной совместной работы партнеров необходимо создать определенные информационные и коммуникационные механизмы. Соответственно разработка и внедрение подобных

механизмов потребуют в будущем повышенных затрат на их контроль соблюдения и функционирования.

Существенной проблемой совместных предприятий является *разделение контроля.* Эффективное управление предполагает учет двух конкурирующих целей:

1) создать стимулы, побуждающие партнеров выделять необходимые ресурсы для функционирования новой производственной общности;

2) побудить партнеров отказаться от некоторой части контроля над этими ресурсами.

Поскольку фирмы обычно руководствуются разными мотивами при создании совместных предприятий, их интересы и запросы зачастую приходят в противоречие. Распределение функций кооперативного управления часто становится причиной «смерти» совместного предприятия или отмены переговоров о его создании.

Стабильность совместного предприятия определяется целым рядом факторов, в том числе размерами фирм-партнеров, степенью совпадения их интересов, долей их участия в капитале и управлении. Она заметно повышается, если компании до создания совместного предприятия имели опыт совместной деятельности. На практике, в среднем совместные предприятия существуют десять лет, пик их ликвидации приходится на 5–6 лет работы. Реже всего прекращается деятельность совместного предприятия в сфере производства, финансовых услуг и разработке новых продуктов. Совместные предприятия более живучи в новых, растущих отраслях и менее устойчивы в отраслях, в которых повышается уровень концентрации.

Создание совместного предприятия не только дает разнообразные выгоды, но и усиливает риски потери части вероятных доходов из-за ограничения свободы действий. Кроме того, недавний партнер в дальнейшем может превратиться в конкурента, улучшив свои позиции за счет сотрудничества.

Риски, возникающие для предприятий за рубежом, связаны с особенностями окружающей среды. В развивающихся странах предприятие сталкивается с качественно новыми условиями – иным гражданским, государственным и экономическим правом, иной денежной и кредитной системой, культурными особенностями, природно-климатическими условиями и пр.

Важнейшие **риски** для предприятий, участвующих в совместном предпринимательстве за рубежом:

– риски, связанные с совершенно новыми условиями организации ведения бизнеса: успех в той или иной сфере деятельности в своей стране вовсе не означает автоматического достижения успеха в других странах;

– риски политического характера, связанные с изменением социально-политической обстановки в принимающей стране, переориентацией ее экономической политики, осложнением межгосударственных отношений и т.д.;

– риски финансового характера, связанные с изменением режима перевода капиталов и прибылей, с колебаниями обменных курсов, повышением уровня процентных ставок по кредитам, различиями в темпах инфляции по странам и т.д.

В целом стратегические последствия деятельности совместного предпринимательства выходят за рамки достигнутых кооперационных соглашений. Как правило, выгоды совместного предпринимательства превышают прямые и косвенные издержки их функционирования, в частности, издержки, связанные с усилением конкурентных позиций одного из партнеров за счет другого [2].

Во-первых, стремление закрепиться (и в дальнейшем при благоприятных обстоятельствах освоиться) на большом внутреннем рынке России и СНГ.

Во-вторых, воспользоваться богатыми и дешевыми природными ресурсами, следуя при этом стратегии сохранения сырьевого статуса экспортного потенциала, во избежание утверждения России на мировых рынках высокотехничной продукции как опасного потенциального конкурента.

В-третьих, желание воспользоваться дешевой рабочей силой.

В-четвертых, интерес воспользоваться достижениями науки нашей страны.

В-пятых, слабое природное законодательство и экологическая беспечность нашего общества и государства дают возможность сэкономить до 20% основного капитала и при прочих условиях снизить себестоимость продукции на 5–10%.

Все тенденции совместного предпринимательства в России можно показать на примере самой популярной темы – нефтегазовая промышленность.

В прошедшие годы в нефтегазовой отрасли было учреждено большое количество совместных предприятий, особенно в области разведки и добычи, поскольку высокая капиталоемкость и рискованность проектов, а также необходимость использования наукоемких технологий в указанных сферах заставляют компании отдавать предпочтение совместным формам реализации крупных проектов (рисунок).

Сокращение количества совместных предприятий, учрежденных в 2009 году, является следствием мероприятий, направленных на снижение затрат и финансирование уже реализуемых проектов, а не на разработку новых.

СП в нефтегазовой отрасли в 2004-2009 годах

Источник: Harold Market Data – данные на основе сообщений об учреждении СП.

Это также может быть связано с тем, что управление совместным предприятием является рискованным мероприятием, требующим значительных затрат времени.

Одним из последствий экономического кризиса стало сокращение количества создаваемых совместных предприятий, которое, уменьшилось в первой половине 2009 года приблизительно на 50 % по сравнению с показателями 2006–2008 годов. Это ожидаемо, т.к. в условиях неопределенной экономической ситуации и снижения цен на нефть и природный газ сокращается количество проектов, о реализации которых объявлялось в течение указанного периода. В период кризиса значительно снизилась высокозатратная добыча трудноизвлекаемых запасов, что повлияло на число вновь учрежденных совместных предприятий [3].

СП являются распространенной формой сотрудничества в нефтегазовой отрасли. В большинстве случаев они обеспечивают снижение рисков и более простую оценку долевого участия по сравнению со сделками по слиянию.

С учетом сказанного выше можно выделить следующие причины недостаточных масштабов и низкой эффективности развития совместных предприятий.

1. Из зарегистрированных совместных предприятий функционируют не более 65 %.

2. Фактические вложения в уставный фонд совместного предприятия на данный момент значительно ниже сумм их зарегистрированных уставных фондов.

3. В общем количестве совместных предприятий преобладают посреднические, маркетинговые и инжиниринговые, образующие инфраструктуру внешнеэкономической деятельности. При всей необходимости этой инфраструктуры, российский рынок перенасыщен этими услугами, что снижает общую отдачу таких совместных предприятий.

4. Ряд совместных предприятий, функционирует как внешнеторговые фирмы, и при этом обходит таможенное законодательство, т.е. занимается теневой деятельностью.

5. Сам процесс создания совместных предприятий слабо управляем и не сопровождается глубокими исследованиями их будущей эффективности, нередко в него вовлечены вклады сомнительного происхождения, участвуют физические и юридические лица с низкой деловой репутацией.

Проблемы рисков совместного предпринимательства недостаточно изучены, на сегодняшний день не сложились ещё научные представления о природе и методах управления рисками совместных предприятий.

Список литературы

1. Никифоров П.В., Омаров М.М., Костусенко И.И. Методология развития предпринимательских структур в условиях формирования инновационной экономики России. – Великий Новгород: НовГУ имени Ярослава Мудрого, 2010. – 254 с.

2. Семеко Г.В. Совместное предпринимательство. – М.: ИКД «Зерцало-М», 2004. – 120 с.

3. Создание совместных предприятий в нефтегазовой отрасли Эрнст энд Янг. – 2010. – URL: http://www.vedomosti.ru/research/126.

4. Российский статистический ежегодник. – 2010. – URL: www.gks.ru/bgd/regl/b10_13/Main.htm.

5. Okko Reichwein Wettbewerbspoltische Betrachtung von Gemeinschaftsunternehmen und Erörterung des Falls ‘Toll Collect’ aus Sicht der EU Kommission. 2004 http://www.grin.com/e-book/41657/wettbewerbspoltische-betrachtung-von-gemeinschaftsunternehmen-und-eroerterung

Рецензенты:

Ким Л.В., д.э.н., профессор ГОУ ВПО «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород;

Костюков А.В., д.э.н., профессор, директор филиала ГОУ ВПО «Северо-Западная академия государственной службы», г. Великий Новгород.

Работа поступила в редакцию 31.05.2011.

УДК 519.163

ВЕКТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ СЫРЬЕВОГО ДЕФИЦИТА

Остроух Е.Н., Золотарева Л.И., Бычков А.А., Долгов В.В.
Южный федеральный университет (ЮФУ), Ростов-на-Дону,
e-mail: eostr@donpac.ru, www.fvt.rsu.ru

В работе предлагается математическая модель функционирования молочного комбината в форме задачи математического программирования: формулируется в зависимости от различных условий как задача линейного, так и нелинейного программирования, со скалярным или векторным критерием. Помимо этого выделены детерминированные и вероятностные параметры и методика определения их математического ожидания. Проведены расчеты решения поставленной задачи в различных постановках. Результаты расчетов дают возможность руководителям предприятий оперативно реагировать на изменение внешних условий: сезонность, погодные условия, спрос, изменяя номенклатуру и объем выпускаемой продукции в целях оптимизации производства.

Ключевые слова: технологии, производительность, прибыль, математическое программирование, векторный критерий

VECTOR OPTIMIZATION OF PROCESSING WORK WITH AN ALLOWANCE FOR SHORTAGE OF RESOURCES

Ostroukh E.N., Zolotareva L.I., Bychkov A.A. , Dolgov V.V.
South federal university, Rostov on Don, e-mail: eostr@donpac.ru, www. fvt.rsu.ru

In this work the authors suggested the mathematical model for effective management of a milk undertaking as a problem of mathematical programming. We have a task as a problem of mathematical programming: a problem of linear and nonlinear programming with scalar or vector criterion. The authors considered determinate and stochastic parameters and a methodology of determination their average of distribution. The authors researched accounts of our solution in different problems. Findings of calculation give a chance for manager promptly react on change of outward conditions: seasonality, weather conditions, demand. Manager changes product mix for optimization of business.

Keywords: technology, productivity, profit, mathematical programming, vector criterion

Исходя из маркетинговых исследований рынка, можно считать, что в рассматриваемом регионе или региональном окружении перерабатывающее предприятие сформировало некоторый портфель заказов на закупку сырья (при этом в одних случаях поставщики могут обеспечить предприятие сырьем на 100%, в других случаях может иметь место дефицит сырья (в том числе и из-за фактора сезонности)). На часть готовой продукции имеются договорные обязательства с бизнес-партнерами, в том числе и госзаказ (больницы, школы, детские дома, войсковые части и т.д.), зависящий от сезонного фактора (осень, зима, лето, весна), и определена номенклатура молочных изделий, востребованных потребителями.

Введем обозначения для всего технологического комплекса молочного комбината через $T = \{T_1, T_2, \ldots, T_n\}$, обеспечивающего выпуск продукции k-й номенклатуры (кефир, сыр, йогурт и т.д.) на основании соответствующей технологии T_k, ($k = 1, 2, \ldots, n$). Максимальная размерность вектора T составляет порядка 120–150 компонентов. Каждая технология T_k разбивается на технологические процессы или подтехнологии (этапы, составляющие), их количество порядка 20–30. Каждый такой процесс j характеризуется регламентированным технологией временем протекания t_{jk}, являющимся постоянной величиной (k-технология, j-процесс данной технологии); максимально возможной производительностью (загрузкой) оборудования R_{jk} (например, отношением времени работы оборудования к времени рабочей смены); финансово-экономическими издержками – затратами на j-м процессе технологии T_k-R_{ik}; экологическими издержками j-го процесса технологии T_k – величиной e_{jk} и т.д. Причем, эти величины могут быть детерминированными либо стохастическими величинами. Пусть V – максимально возможный объем молока, который может поставляться производителями на комбинат. В условиях ограниченности валового объема переработки V_1, обусловленной имеющимися мощностями комбината, и дефицита исходного сырья V, выражаемого ограничениями $V < V_1$ (а часто и при $V << V_1$), возникает оптимизационная задача оптимального выбора номенклатуры продукции и ее объемов выпуска, которые обеспечат максимальную прибыль комбинату, при выполнении гарантированных поставок продукции по госзаказу и по договорным обязательствам предприятия перед постоянными партнерами-потребителями. Разработка метода решения этой задачи и является целью нашего исследования.

Сформулируем математическую модель задачи. Пусть $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ – вектор объемов производимой продукции (x_k – объем выпуска продукции k-й номенклатуры) – искомая величина. Задан вектор $\mathbf{V} = (v_1, v_2, \ldots, v_n)$ с компонентами v_k – удельными расходами молока, требующегося на изготовление единицы продукции k-й номенклатуры. Очевидно, что v_k – детерминированная величина.

Задан вектор удельного дохода $\mathbf{D} = (d_1, d_2, \ldots, d_n)$ от реализации готовой продукции (d_k – соответствующая характеристика единицы продукции k-й номенклатуры).

Задан вектор $Z = (z_1, z_2, \ldots, z_n)$ – вектор издержек при изготовлении i-й продукции.

Величины D и Z можно считать стохастическими, зависящими от спроса, сезонности продаж, поставок сырья, оптовых скидок, затрат различного вида и т.д., т.е., в этой трактовке **D** и **Z** – векторы математического ожидания дохода и издержек.

Можно задать вектор экологических затрат на единицу готовой продукции k, компоненты которого связаны с суммарными экологическими издержками j-го процесса e_{jk}. Обозначим вектор удельных экологических затрат $\mathbf{E} = (e_1, e_2, \ldots, e_n)$ (где e_k – соответствующая характеристика в расчете на единицу выпускаемой продукции k-й номенклатуры). Эти затраты можно в ряде случаев считать как детерминированными, так и стохастическими, т.е., E – математическое ожидание вектора экологических издержек.

Экологические издержки связаны с неполной переработкой сырья, выбросами отходов в канализацию и в воздух, что влечет за собой существенные штрафные санкции за загрязнение окружающей среды, а также установку (часто дорогостоящих) систем и оборудования для очистки.

Следует иметь в виду, что величины компонент искомого вектора **X** имеют ограничения снизу и сверху, т.е., $r_k \le x_k \le R_k$, где r_k – суммарные обязательные поставки готовой продукции по договорным обязательствам с постоянными партнерами и поставки по госзаказу;

$$R_k = \min\left(R_k^I, \Pi_k\right),$$

где R_k^I – производительность оборудования для изготовления изделия k, Π_k – максимально возможный объем продукции k, который в принципе можно реализовать (спрос на k-ю продукцию).

С учетом сказанного имеем:

$$\sum_{k=1}^{n} d_k x_k \to \max; \qquad (1)$$

$$\sum_{k=1}^{n} z_k x_k \to \min; \qquad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{n} e_k x_k \to \min; \qquad (3)$$

$$\sum_{k=1}^{n} v_k x_k \le V; \qquad (4)$$

$$\sum_{k=1}^{n} g_k x_k \le G; \qquad (5)$$

$$\sum_{k=1}^{n} m_k x_k \le M; \qquad (6)$$

$$R_k \le x_k \le R_k,\ k = 1, 2, \ldots, n, \qquad (7)$$

где v_k, g_k, m_k – удельные затраты (на единицу выпускаемой продукции) молока, электроэнергии и транспортные издержки соответственно, а G, M – соответствующие квоты.

Следует заметить, что ограничения (1), (2), (4) в определенных случаях могут иметь нелинейный вид (например, в (4) нелинейность может появиться в зависимости от каких-либо условий в процессах технологии T_k, например, температуры, давления и других физических и химических процессов):

$$\sum_{i \in I} v_i x_i + \sum_{j \in J} a_i f(x_j) \le V, \qquad (8)$$

где I – множество индексов процессов с линейной зависимостью удельных расходов сырья, а J – с нелинейным характером зависимостей, причем $I \cup J \equiv \{1, 2, .., n\}$. Функция $f(x_k)$ определяется эмпирическим путем, исходя из статистических данных и их последующей обработки. Например, в некоторых случаях она аппроксимируется полиномиальной регрессионной зависимостью

$$f\left(x_k\right) = \sum_{k=1}^{n} a_k x_k^{\,2} + b_k x_k + c,$$

где коэффициенты a, b, c определяются на основе статистических оценок.

Итак, в достаточно общем случае имеем задачу (1)–(7) математического программирования с тремя критериями в виде (1)–(3), и ограничениями (4)–(7), учитывающими стохастические и нелинейные процессы. В последних случаях реализации следует заменить детерминированные величины d_k, z_k и e_k в (1)–(3) на значения их математических ожиданий, а условие (4) – на ограничение (8).

В первом приближении модели поставленная трехкритериальная задача линейного программирования (1)–(7) может быть сведена к однокритериальной в силу свойства аддитивности отражаемых экономических характеристик, т.е., в случае

явной связи между критерием, описывающим максимизацию дохода, критерием, минимизирующим издержки комбината, и выделенным критерием, описывающим минимизацию экологических издержек (этот критерий следует учитывать, если суммарные экологические издержки сопоставимы с суммарными издержками на выпуск продукции); в противном случае при незначительной величине экологических издержек критерий (3) можно не рассматривать и задача превращается в двухкритериальную). В большинстве случаев рассматриваемые проблемы сводятся к постановкам задач линейного программирования, так как доход и издержки, как правило, линейно зависят от объема выпускаемой продукции. Это имеет место для комбинатов, средних по мощности, выпускающих стандартную продукцию. Для решения задачи (1)–(7) нами были использованы методы сведения к одному критерию [1] либо алгоритм решения двухкритериальной задачи, разработанный Е.Н. Остроухом и Л.Ч. Гамкрелидзе [2].

Следует заметить, что в случае функционирования больших предприятий (холдингов, объединений), выпускающих большой объем продукции, в том числе и нестандартной, как функция, описывающая доход D, так и функция, описывающая издержки Z, может иметь нелинейный вид, причем, доход описывается полиномиальной функцией второго порядка, а издержки – полиномиальной функцией третьего порядка, вследствие чего критерии (1) и (2) будут иметь следующий вид:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=i}^{n} d_{ij}x_i x_j + \sum_{i=1}^{n} d_i x_i + d_0 \to \max; \quad (1^*)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=i}^{n} z_{ij}x_i^2 x_j + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=i}^{n} z'_{ij}x_i x_j + \sum_{i=1}^{n} z_i x_i + z_0 \to \min. \quad (2^*)$$

Для нахождения коэффициентов d_{ij}, d_i, z_{ij}, z_i, d_0, z_0 в соотношениях (1^*) и (2^*) используется теория временных рядов. Создаются диаграммы зависимости данных от времени для отображения тренда, сезонных изменений и выбросов. Если данные изменяются со временем, то они преобразовываются для сохранения постоянства дисперсии, при этом для анализа экономических данных нами были использованы логарифмические преобразования с проверкой постоянства дисперсии для исходных и логарифмированных данных с течением времени. Отфильтруем регулярные составляющие временных рядов (убрав случайный шум), отметим, что они являются либо трендом, либо сезонной составляющей. Тренд представляет собой общую систематическую линейную или нелинейную компоненту, которая может изменяться во времени. Сезонная составляющая – периодически повторяющаяся компонента. В нашем случае имеем модели временного ряда, в которых амплитуда сезонных изменений увеличивается вместе с трендом, т.е., модели с мультипликативной сезонностью. Периодическую зависимость определяем как корреляционную зависимость порядка k между каждым i-м элементом ряда и $(i - k)$-м элементом. Ее можно измерить с помощью автокорреляции, т.е. корреляции между членами ряда. Сезонные составляющие временного ряда могут быть найдены с помощью коррелограммы.

Авторами был проведен ряд расчетов для решения задачи в постановке (1), (4)–(7) и (1), (4)–(6), (8) соответственно симплекс-методом и методами градиентного спуска и Бокса [3, 4]. Результаты расчетов дают возможность руководителям предприятия оперативно реагировать на изменение внешних условий, например, сезонности, погодных условий, спроса и других факторов, т.е., изменять и номенклатуру и объем выпускаемой продукции в целях оптимизации производства.

Для решения задачи в постановке (1^*), (2^*), (4)–(7) в случае перехода к одному критерию (весовые коэффициенты каждого из двух критериев выбираются на основании экспертных оценок) предложен генетический алгоритм, представляющий собой ядро, на основе которого можно строить алгоритмы для задач различного класса и различной размерности. Система работает со значениями типа double, позволяя задавать необходимую точность вычислений. Разработан собственный декодер, наследуемый от стандартного класса декодера. Алгоритм одинаково хорошо решает как задачи на максимизацию, так и на минимизацию. Благодаря указанию точности, можно настроить систему на работу с целыми числами. Система реализует довольно гибкую систему ограничений, которые могут быть как линейными, так и нелинейными. Система является объектной, следовательно, все параметры и критерии, требуемые для алгоритма, реализуются с помощью классов объектов. Структуры, требующие наибольшей гибкости, реализованы в виде интерфейсов. Это позволяет создавать собственные классы, наследуемые от этих структур. Используя данную возможность, можно гибко настраивать алгоритм для каждой конкретной задачи.

Использование предложенной модели в целом позволит решать ряд задач оптимизации работы холдингов и объединений, выпускающих как традиционную, так и инновационную продукцию, что поможет руководству оперативно и квалифицированно принимать оптимальные решения в плане стратегии предприятий и объединений в различных ситуациях.

Следует отметить, что в зависимости от особенностей задачи (нелинейные функции, стохастика) можно использовать, например, алгоритмы квадратичного, стохастического программирования [5], метод синтеза критериев [6, 7]. Решения задач указанных классов реализованы на основе разработанного пакета программных средств многокритериальной оптимизации.

Работа поддержана ЦКП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Список литературы

1. Подиновский В.В. Гаврилов В.М. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. – М.: Советское радио, 1975. – 192 с.

2. Остроух Е.Н., Гамкрелидзе Л.Ч. Метод решения дискретных задач многокритериальной оптимизации // Известия академии наук СССР. Техническая кибернетика. – М., 1989. – №3.

3. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.

4. Соболь Б.В., Месхи Б.Ч., Каныгин Г.И. Методы оптимизации. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.

5. Таха, Хэмди, А. Введение в исследование операций: пер. с англ. – 6-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.

6. Золотарев А.А., Дидковский Д.О. Оптимальная параметризация в задачах распределения ресурсов // Вестник ДГТУ. – 2009. – Т.9, Ч. 2. – С. 5–11.

7. Золотарев А.А., Дидковский Д.О. Оптимизация издержек конвейерного процесса литейного производства // Системный анализ, управление и обработка информации: сб. науч. статей – Ростов-на-Дону: ДГТУ, Таганрог: ТТИ ЮФУ. 2007. – С. 44–54.

Рецензенты:

Потетюнко Э.Н., д.ф.-м.н., профессор кафедры «Теория упругости» Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону;

Чистяков А.Д., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Экономика и менеджмент» Донского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 08.07.2011.

УДК 519.711.3

ОБОБЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНВЕСТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ РИСКОВ

Семенчин Е.А., Шаталова А.Ю.

КубГУ, ГОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: al-shatalova@yandex.ru

В статье обобщена математическая модель инвестирования предприятий с учетом рисков для произвольного числа месяцев инвестирования. Цель работы – при данных способах инвестирования и утвержденном графике выплат разработать модель, минимизирующую сумму денег, которую банк должен затратить на инвестирование проектов. Приведены обобщенные формулы для вычисления индекса среднего риска, средней продолжительности инвестирования. Представлен пример инвестирования на период 6 месяцев.

Ключевые слова: планирование инвестиций, инвестиционный проект, индекс риска

THE GENERALIZED MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMUM PLANNING OF INVESTMENTS TAKING INTO ACCOUNT RISKS IN SMALL ENTERPRISES

Semenchin E.A., Shatalova A.U.

Kuban State University, Krasnodar, e-mail: al-shatalova@yandex.ru

The generalized mathematical model of investments taking into account risks in enterprises for fixed number of month is reviewed in this paper. Purpose of article to develop a model minimizes the amount of money that the bank must spend on investment projects. Mean index of risk and mean duration of investment are reviewed as generalized formulas. Instance of investment for 6 of month is reviewed.

Keywords: planning of investments, investment project, index of risk

В работе [4] рассмотрена задача планирования инвестиций с учетом рисков и методика ее решения средствами линейного программирования в случае, когда долговое обязательство заемщика (следовательно, и срок жизни инвестиционного проекта) составляет 6 месяцев. В [1] представлено решение этой задачи, полученное с помощью пакета MathCad. В данной статье эта задача обобщается на произвольное конечное число месяцев.

1. Постановка задачи

В кредитную организацию (банк) обратились для получения кредитов несколько организаций с различными инвестиционными проектами [1]. Через n месяцев банку необходимо получить за предоставляемые кредиты x долларов с учетом прибыли, при этом возвратность кредита через v месяцев должна составить y долларов.

Среди предложенных и потенциально реализуемых проектов банку необходимо выбрать наиболее прибыльные для него, при этом те проекты, которые обладают повышенными рисками, должны компенсироваться проектами с меньшими рисками, а длительные – должны выполняться одновременно с краткосрочными [1].

Потребуем, чтобы в течение каждого месяца средний индекс риска инвестиционных проектов $s_{ср}$ не превышал l, т.е. $s_{ср} \le l$, и в начале каждого месяца средняя продолжительность погашения инвестиционных проектов не превышала r месяцев.

Цель работы – при данных способах инвестирования и утвержденном графике выплат разработать модель, минимизирующую сумму денег, которую банк должен затратить на инвестирование проектов.

2. Обобщенная математическая модель инвестирования предприятий с учетом рисков

Обозначим через $k_1, k_2, k_3, \ldots, k_v, \ldots, k_m$ – все возможные делители числа n, $k_m = n$. Так как банку необходимо получить за предоставляемые кредиты x долларов через n месяцев, то под k_i ($i = 1, 2, \ldots, m$) будем понимать периоды инвестиционных вложений всех возможных инвестиционных проектов.

Пусть A_i ($i = 1, 2, \ldots, m$) – инвестиционный проект с периодом инвестиционных вложений k_i ($i = 1, 2, \ldots, m$); L_i ($i = 1, 2, \ldots, m-2$) – заключительный момент инвестирования проекта A_{i+1} ($i = 1, 2, \ldots, m-2$); δ_i ($i = 1, 2, \ldots, m$) – процент прибыли, выплачиваемый организацией банку согласно, инвестиционного проекта A_i ($i = 1, 2, \ldots, m$); s_i ($i = 1, 2, \ldots, m$) – индекс риска при реализации A_i ($i = 1, 2, \ldots, m$). Все возможные способы инвестирования проектов представлены в табл. 1.

Построим математическую модель, позволяющую минимизировать начальную сумму F, которую банк затрачивает на инвестирование проектов, при сохранении ожидаемой прибыли.

Возможные способы инвестирования проектов

Инвестиционные проекты	Периоды инвестиционных вложений	Моменты инвестирования	Процент прибыли	Индекс риска
A_1	1	1, 2, 3,…, n	δ_1	s_1
A_2	k_2	$\underbrace{1,\ 1+k_2,\ 1+2k_2,\ \ldots,\ L_1}_{\frac{n}{k_2}}$ где $L_1 < n,\ n - L_1 < k_2$	δ_2	s_2
A_3	k_3	$\underbrace{1,\ 1+k_3,\ 1+2k_3,\ \ldots,\ L_2}_{\frac{n}{k_3}}$, где $L_2 < n,\ n - L_2 < k_3$	δ_3	s_3
…	…	…	…	…
A_v	k_v	$\underbrace{1,\ 1+k_v,\ 1+2k_v,\ \ldots,\ L_{v-1}}_{\frac{n}{k_v}}$, где $L_{v-1} < n,\ n - L_{v-1} < k_v$	δ_v	s_v
...	...	…	…	...
A_m	n	1	δ_m	s_m

Обозначим через $X_\alpha(A_\beta)$ – объем вложений в момент ($\alpha = 1, 2, ..., n$) в инвестиционный проект A_β ($\beta = 1, 2, ..., m$). В соответствии с таблицей для каждого проекта A_β величина $X_\alpha(A_\beta)$ будет изменяться в каждый момент α следующим образом:

• при инвестировании в проект A_1:

$$\underbrace{X_1(A_1),\ X_2(A_1),\ X_3(A_1), ..., X_v(A_1), ..., X_n(A_1)}_{n},$$

где n – число различных объемов инвестирования;

• при инвестировании в проект A_2:

$$\underbrace{X_1(A_2), X_{1+k_2}(A_2), X_{1+2k_2}(A_2), ..., X_{1+(v-1)k_2}(A_2), ..., X_{L_1}(A_2),}_{\frac{n}{k_2}}$$

где $\frac{n}{k_2}$ – число различных объемов инвестирования;

• при инвестировании в проект A_3:

$$\underbrace{X_1(A_3), X_{1+k_3}(A_3), X_{1+2k_3}(A_3), ..., X_{1+(v-1)k_3}(A_3), ..., X_{L_2}(A_3),}_{\frac{n}{k_3}} \quad (1)$$

где $\frac{n}{k_3}$ – число различных объемов инвестирования;

……

• при инвестировании в проект A_v:

$$\underbrace{X_1(A_v), X_{1+k_v}(A_v), X_{1+2k_v}(A_v), ..., X_{1+(v-1)k_v}(A_v), ..., X_{L_{v-1}}(A_v),}_{\frac{n}{k_v}}$$

где $\frac{n}{k_v}$ – число различных объемов инвестирования;

……

• при инвестировании в проект A_m:

$$X_1(A_m);$$

здесь $\frac{n}{k_m} = \frac{n}{n} = 1$, т.е. число различных объемов инвестирования в проект A_m равно 1. Индекс L_i ($i = 1, 2, \ldots, (m-2)$) – в (1) указывают на заключительные (последние) моменты инвестирования проектов.

Условие минимизации объема вложений банком в начальный момент в рассматриваемые проекты, согласно введенным обозначениям, будет иметь вид:

$$F = \sum_{i=1}^{m} X_1(A_i) \to \min. \qquad (2)$$

Укажем ограничения, которым должны удовлетворять объемы вложений $X_\alpha(A_\beta)$ ($\alpha = 1, 2, ..., n$; $\beta = 1, 2, ..., m$). Согласно постановке задачи (см. п. 1), банку для погашения других расходов необходима возвратность инвестируемых вложений объемом у долларов через v месяцев; в моменты $1, 2, \ldots, v-1, v+1, \ldots n-1, n$ месяцев дополнительные расходы не подразумеваются, а в n-ом месяце необходима возвратность инвестируемых вложений $(x-y)$ долларов для реализованных инвестиционных проектов. Согласно этим требованиям будем иметь соотношение:

$$\begin{aligned}
&\sum_{j:k_j:1} (1+0{,}01\delta_j) X_{1-k_j+1}(A_j) - \sum_{j:k_j:1} X_2(A_j) = 0 _ \\
&\text{объемы вложений на конец первого месяца, т.е.} \\
&(1+0{,}01\delta_1) X_1(A_1) - X_2(A_1) = 0; \\
&\sum_{j:k_j:2} (1+0{,}01\delta_j) X_{2-k_j+1}(A_j) - \sum_{j:k_j:2} X_3(A_j) = 0 _ \\
&\text{объемы вложений на конец второго месяца;} \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&\sum_{j:k_j:v} (1+0{,}01\delta_j) X_{v-k_j+1}(A_j) - \sum_{j:k_j:v} X_{v+1}(A_j) = y _ \\
&\text{объемы вложений на конец } v\text{-го месяца;} \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&\sum_{j:k_j:n} (1+0{,}01\delta_j) X_{n-k_j+1}(A_j) = x - y _ \\
&\text{объемы вложений на конец } n\text{-го месяца;}
\end{aligned} \qquad (3)$$

где $\sum_{j:k_j:v}$ – означает суммирование по тем j ($i = 1, 2, \ldots, m$), для которых k_j является делителем v.

Последнее соотношение не содержит отрицательных слагаемых (вычитаемого), т.к. вложения, согласно постановке задачи, не будут осуществляться в $(n+1)$-м месяце.

Формула для вычисления индекса среднего риска для различных инвестиционных проектов $A_1, A_2, \ldots, A_m$ с индексами риска $s_1, s_2, \ldots, s_m$ имеет вид [4]:

$$R = \frac{A_1 s_1, + A_2 s_2 + \ldots + A_m s_m}{A_1 + A_2 + \ldots + A_m}. \qquad (4)$$

Согласно этой формуле, для первого периода времени индекс среднего риска, не превышающий величины l, удовлетворяет неравенству:

$$\begin{aligned}
&\frac{X_1(A_1)s_1 + X_1(A_2)s_2 + \ldots + X_1(A_m)s_m}{X_1(A_1) + X_1(A_2) + \ldots + X_1(A_m)} \le l, \\
&\text{для второго периода –} \\
&\frac{X_2(A_1)s_1 + X_1(A_2)s_2 + \ldots + X_1(A_m)s_m}{X_2(A_1) + X_1(A_2) + \ldots + X_1(A_m)} \le l, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&\text{для периода } v\ (v \ne 1), - \\
&\frac{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)} X_v(A_j)s_j + \sum_{j:k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)} X_\psi(A_j)s_j + \sum_{j:k_j\ge v} X_1(A_j)s_j}{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)} X_v(A_j) + \sum_{j:k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)} X_\psi(A_j) + \sum_{j:k_j\ge v} X_1(A_j)} \le l, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&\text{для периода } n - \\
&\frac{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)} X_v(A_j)s_j + \sum_{j:k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)} X_\psi(A_j)s_j + X_1(A_m)s_m}{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)} X_v(A_j) + \sum_{j;k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)} X_\psi(A_j) + X_1(A_m)} \le l,
\end{aligned} \qquad (5)$$

где $\sum_{j/k_j<v\wedge k_j:(v-1)}$ – означает суммирование по тем j (j = 1, 2, …, m), для которых $k_j < v$ и k_j **является** делителем $(v-1)$, $\sum_{j/k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)}$ – означает суммирование по тем j (j = 1, 2, …, m), для которых $k_j < v$ и k_j **не является** делителем $(v-1)$, ψ – индекс, совпадающий с индексом слагаемого из предыдущего соотношения для $(v-1)$-го периода, которое зависит от того же A_j-го (j = 1, 2, …, m).

Из соотношений (5) имеем:

$$\begin{gathered}(s_1-l)X_1(A_1)+(s_2-l)X_1(A_2)+\ldots+(s_m-l)X_1(A_m)\le 0;\\ (s_1-l)X_2(A_1)+\ldots+(s_m-l)X_1(A_m)\le 0;\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;\\ (s_1-l)X_n(A_1)s_1+\ldots+(s_m-l)X_1(A_m)\le 0.\end{gathered} \quad (6)$$

Формула для вычисления средней продолжительности инвестирования различных проектов A_1, A_2, …, A_m с периодами инвестиционных вложений соответственно 1, k_1, k_2, …, k_{m-1}, n имеет вид [4]:

$$T=\frac{A_1 1+A_2k_2+\ldots+A_mk_{m-1}+A_mn}{A_1+A_2+\ldots+A_m}. \quad (7)$$

Тогда средняя продолжительность инвестирования в течение первого месяца, учитывая, что она не должна превосходить r, имеет вид:

$$\left.\begin{gathered}\frac{X_1(A_1)+X_1(A_2)k_2+\ldots+X_1(A_m)n}{X_1(A_1)+X_1(A_2)+\ldots+(X_1)A_m}\le r,\\ \text{второго месяца –}\\ \frac{X_2(A_1)+X_1(A_2)(k_2-1)+\ldots+X_1(A_m)(n-1)}{X_2(A_1)+X_1(A_2)+\ldots+X_1(A_m)}\le r,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ \text{месяца } v\ (v\neq 1), –\\ \frac{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)}X_v(A_j)k_j+\sum_{j:k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)}X_\psi(A_j)(k_j-(v-1))+\sum_{j:k_j\ge v}X_1(A_j)(k_j-(v-1))}{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)}X_v(A_j)+\sum_{j:k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)}X_\psi(A_j)+\sum_{j:k_j\ge v}X_1(A_j)}\le r,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ \text{месяца } n –\\ \frac{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)}X_v(A_j)k_j+\sum_{j:k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)}X_\psi(A_j)(k_j-(v-1))+X_1(A_m)}{\sum_{j:k_j<v\wedge k_j:(v-1)}X_p(A_j)+\sum_{j:k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)}X_\psi(A_j)+X_1(A_m)}\le r,\end{gathered}\right| \quad (8)$$

где $\sum_{j/k_j<v\wedge k_j:(v-1)}$ – означает суммирование по тем j (j = 1, 2, …, m), для которых $k_j < v$ и k_j **является** делителем $(v-1)$, $\sum_{j/k_j<v\wedge k_j\neg:(v-1)}$ – означает суммирование по тем j (j = 1, 2, …, m), для которых $k_j < v$ и k_j **не является** делителем $(v-1)$, ψ – индекс, совпадающий с индексом слагаемого из предыдущего соотношения для $(v-1)$-го периода, которое зависит от того же A_j-го (j = 1, 2, …, m).

Из неравенств (8) следует, что:

$$\begin{gathered}(1-r)X_1(A_1)+(k_2-r)X_1(A_2)+\ldots+(n-r)X_1(A_m)\le 0;\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;\\ (1-r)X_n(A_1)+\ldots+(n-r)X_1(A_m)\le 0.\end{gathered} \quad (9)$$

Очевидно, что:

$$\begin{array}{lllllll}
X_1(A_1)\ge 0, & X_2(A_1)\ge 0, & X_3(A_1)\ge 0, & ..., & X_v(A_1)\ge 0, & ..., & X_n(A_1)\ge 0;\\
X_1(A_2)\ge 0, & X_{1+k_2}(A_2)\ge 0, & X_{1+k_3}(A_2)\ge 0, & ..., & X_{1+vk_2}(A_2)\ge 0, & ..., & X_{L_1}(A_2)\ge 0;\\
X_1(A_3)\ge 0, & X_{1+k_3}(A_3)\ge 0, & X_{1+2k_3}(A_3)\ge 0, & ..., & X_{1+vk_3}(A_3)\ge 0, & ..., & X_{L_2}(A_3)\ge 0;\\
... & ... & ... & ... & ... & ... & ...\\
X_1(A_v)\ge 0, & X_{1+k_v}(A_v)\ge 0, & X_{1+2k_v}(A_v)\ge 0, & ..., & X_{1+vk_v}(A_v)\ge 0, & ..., & X_{L_{v-1}}(A_v)\ge 0;\\
... & ... & ... & ... & ... & ... & ...
\end{array} \quad (10)$$

$$X_1(A_m)\ge 0;$$

где индексы L_i ($i = 1, \ldots, (m-2)$) – это заключительные моменты инвестирования проекта.

Соотношения (2), (3), (6), (9), (10) представляют собой математическую модель оптимального инвестирования предприятий с учетом рисков.

3. Пример

В кредитную организацию (банк) обратились для получения кредитов четыре организации с различными инвестиционными проектами [1]. Через 6 месяцев банку необходимо получить за кредит 750000 долларов с учетом прибыли, и для погашения других расходов банка, возвратность кредита через 2 месяца должна составить 150000 долларов.

Длительность представленных от организаций инвестиционных проектов составляет 1, 2, 3 и 6 месяцев. Процент за кредит каждой организации составляет соответственно 1,5; 3,5; 6; 11. Индексы рисков для каждого инвестиционного проекта организаций составляют соответственно 1, 4, 9, 7.

При данных способах инвестирования и утвержденном графике выплат необходимо разработать модель, минимизирующую сумму денег, которую банк должен затратить на инвестирование проектов, учитывая, что в течение каждого месяца средний индекс риска инвестиционных проектов не превышает 6, и в начале каждого месяца средняя продолжительность погашения инвестиционных проектов не превышает 2,5 месяцев [4].

Поставленная задача при указанных данных полностью совпадает с задачей, рассмотренной в [1]. Ее решение, полученное с помощью обобщенной модели (2), (3), (6), (9), (10) и Microsoft Office Exel, совпадает с решением, приведенным в [1]. На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что описанный подход к решению поставленной задачи оказался успешным и перспективным.

Заключение

В работе представлена обобщенная математическая модель инвестирования предприятий с учетом рисков для произвольного числа месяцев инвестирования. Эта модель представляет собой задачу линейного программирования с целевой функцией (2) и ограничениями (3), (6), (9), (10).

В результате реализации поставленной цели были выведены формулы, предназначенные для решения задачи планирования инвестиций с учетом рисков для случая, когда долговое обязательство заемщика составляет произвольное число месяцев.

Список литературы

1. Адамчук А.С., Амироков С.Р., Щепотьева С.В. Динамическая модель планирования инвестиций в форме задачи линейного программирования // Вестник СевКавГТУ, 2004. – №1.

2. Бухштаб А.А. Теория чисел. – М.: Просвещение, 1966. – 384 с.

3. Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование. – М.: Вузовский учебник, 2007. – 365 с.

4. Хачатрян С.Р., Пинешня М.В., Буянов В.П. Методы и модели решения экономических задач. – М.: Экзамен, 2005. – 384 с.

Рецензенты:

Дударев Ю.И., д.т.н., профессор ГОУ ВПО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар;

Уртенов М.Х., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой прикладной математики ГОУ ВПО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар.

Работа поступила в редакцию 24.06.2011.

УДК 332.14

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ НА РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Скотаренко О.В.

ГОУ ВПО «Мурманский государственный технический университет», Мурманск, e-mail: finans501@mail.ru

Проведенный в данной статье обзор различных теоретических подходов к государственному регулированию экономики позволил сделать выводы о том, что на региональном уровне игнорируется опыт управленческой науки с наработанными ею методами и принципами управления. Российскими региональными органами управления зачастую не учитывается важнейший принцип соотносительности управляющих и управляемых систем, который означает, что системы должны соответствовать друг другу по своим функциональным и структурным возможностям, уровням, направлениям, целям и задачам развития. Без обеспечения единства и целостности системы управления, без использования принципов её построения и механизмов регулирования невозможно обеспечить эффективное функционирование и развитие экономики региона.

Ключевые слова: государственное регулирование, экономика региона, управляющая и управляемая системы, принципы управления

INFLUENCE ORGAN FEDERAL LEVEL OF MANAGEMENT ON REGULATION REGIONAL SOCIAL-ECONOMIC PROCESSES

Skotarenko O.V.

GOU VPO «Murmanskiy state technical university», Murmansk, e-mail: finans501@mail.ru

Organized in given article review different theoretical approach to government regulation of the economy has allowed to do the findings about that that on regional level is ignored experience of the management science with produced by her methods and principle of management. The Russian regional management body зачастую is not taken into account the most most important principle соотносительности controlling and operated systems, which means that systems must correspond to on its functional to each other and structured possibility, level, directions, purpose and problem of the development. Without ensuring unity and wholeness managerial system, without use principle her(its) buildings and mechanism of the regulation impossible to provide efficient operation and development of the economy of the region.

Keywords: government regulation, economy of the region, controlling and operated systems, principles of management

Обосновывая теоретические подходы к государственному регулированию экономики, ученые в основном, ссылаются на теорию «фиаско рынка». Представители дерегулирования, наоборот, говорят о неэффективности государственного присутствия во многих секторах экономики, основанного на прямом вмешательстве в экономику, и отстаивают использование более гибких – косвенных форм государственного регулирования. В последние десятилетия в институциональных теориях современности произошли изменения и у большинства ученых по поводу регулирования экономики появилась некоторая согласованность.

Ученые-экономисты разных государств приходят к мнению о том, что уровень развития и экономического состояния как страны, так и ее регионов рассматривается в качестве основного результата государственного регулирования.

Как правило, в периоды депрессии и спада происходит распад финансовой системы и производственно-технологических связей, рост социальной напряженности, поэтому степень государственного вмешательства в социально-экономические процессы как страны в целом, так и ее регионов усиливается. В периоды прогрессивно-устойчивых состояний все экономические процессы протекают стабильно благодаря эффективному функционированию рыночных механизмов, соответственно государственное воздействие на экономические процессы ослабевает.

По мнению Дж. Хикса, И. Шумпетера и других ученых, исследующих природу экономических циклов, «необходимость постоянного колебания то к рыночным механизмам, то к госрегулированию является условием развития всех экономических систем современности и обусловливается циклическим развитием экономики [7].

Приверженцы экономико-математических подходов считают, что как для рыночного саморегулирования, так и для государственного воздействия на экономику характерны не только положительные, но и негативные результаты. При доминировании какого-либо одного способа регулирования в экономике, например принудительного государственного или автоматического рыночного, «сперва идет развитие положительных элементов регулирования, а от-

рицательные моменты подавляются, но по мере развития системы происходит накопление их критической массы, которая при достижении определенного уровня нейтрализует положительный эффект, в результате наступает кризисное состояние...» [5].

Сторонники теории катастроф, в том числе В.И. Арнольд, Н. Ост, Дж. Касти, Д. Бенаньюн считают, что только одновременное использование противоположных механизмов регулирования (например, к рыночным механизмам добавляются элементы государственного регулирования и наоборот) может преодолеть кризисное состояние системы управления [1].

Следовательно, справедливы оба мнения об обусловленности использования как механизмов рыночного регулирования, так и механизмов госрегулирования.

По мнению многих ученых-управленцев (Э. Джейкса, Г. Хофседа, Е.Е. Вершигоры, О.Т. Лебедева, А.Р. Каньковской, Э.А. Уткина и др.), основным залогом стабильности макроэкономической системы является эффективный субъект управления системы. Это вполне объективное утверждение; в научной литературе по менеджменту актуальность управления иллюстрируется примером российской экономики, в которой есть достаточное количество природных ископаемых, трудовых и прочих ресурсов, но отсутствие эффективной системы управления приводит к усилению дестабилизирующих явлений в экономике, таких как деградация производства, снижение уровня жизни населения, усиление динамики экономического спада основных макроэкономических показателей и т.д. [3, 4, 8].

На региональном уровне управления, как правило, игнорируется опыт управленческой науки с наработанными ею методами и принципами управления. Российскими региональными органами управления зачастую не учитывается важнейший принцип соотносительности управляющих и управляемых систем, который означает, что системы должны соответствовать друг другу по своим функциональным и структурным возможностям, уровням, направлениям, целям и задачам развития. Причём эффективность процесса управления будет достигаться в том случае, когда региональные органы управления, предвидя изменения социально-экономических процессов, станут обновлять свои функциональные и структурные возможности ещё до момента проявления изменений в этих процессах.

К сожалению, на практике зачастую происходит наоборот: изменившийся объект управления посылает различные сигналы субъекту управления с целью адаптации субъекта к новым изменениям, субъект же не производит надлежащих корректировок.

Региональные органы управления в Российской Федерации, как правило, не имеют научно-обоснованных стратегий и комплексных программ своего развития, согласованных со стратегиями федерального уровня управления и других регионов, с чёткой проработкой всех этапов, средств выхода из кризиса, адаптированных к реальным ресурсным возможностям территорий. В лучшем случае в регионах есть программы развития отдельных элементов экономики.

Отсутствие стратегических целей и задач приводит к возникновению таких проблем, как:

– рост численности аппарата управления;

– наличие только ситуационного управления, отдаленного от координационного и стратегического;

– несоответствие по ряду параметров субъекта управления объекту управления;

– отсутствие контроля;

– частое изменение текущих задач как тактики поведения субъекта управления поведения.

Приведём лишь один пример, иллюстрирующий первую проблему.

По данным переписи населения Российской Федерации, в среднем, на 140 граждан России приходится один чиновник, число которых приблизилось к отметке 1 миллион человек (а точнее – 996 596 человек при населении 141,9 млн чел. в 2009 г.) [6].

Эти цифры полностью соответствуют закономерности Паркинсона, выявленной при исследовании аппарата госслужащих США, которая связана с административным оптимумом Парето, означающим, что в разросшемся административном аппарате 20% работников выполняют 80% работ, принося основной эффект организации, а остальные 80% работников делают 20% работ, при этом всячески усложняя деятельность эффективных работников.

Не менее важным является и принцип единства системы управления, который состоит в том, что она должна обладать организационной и функциональной целостностью. Региональная организационная структура управления должна содержать все необходимые элементы для достижения целей и задач управления, в соответствии с организационной целостностью.

Функциональная целостность означает, что система управления регионом должна реализовывать все функции, необходимые для эффективного развития и функционирования социально-экономических процессов в регионе.

Слабое использование данного принципа единства в управлении регионом обусловливается следующими факторами:

– несогласованностью в формировании и реализации регионального бюджета;

– отсутствием обоснований объемов отчислений регионов в госбюджет;

– несогласованностью актов законодательной и исполнительной власти.

Без обеспечения единства и целостности системы управления, без чётких принципов её построения и надёжных механизмов регулирования невозможно эффективное функционирование и развитие экономики региона.

В соответствии с принципом необходимого числа степеней свободы система управления должна обладать необходимым и достаточным числом степеней свободы, под которыми понимается многообразие направлений и условий деятельности. Система управления регионом должна обеспечить создание и развитие разнообразных социально-экономических процессов как объектов управления.

По мнению большинства ученых-управленцев, число степеней свободы управляющей системы всегда должно превосходить число степеней свободы управляемой системы, в противном случае управляющая станет ограничивать деятельность управляемой системы.

Для этого система управления должна обладать определённой устойчивостью.

Устойчивость региональной системы управления во многом определяется её гибкостью, а последняя, в свою очередь, зависит от обеспеченности региональной системы управления всеми видами ресурсов: кадрами, финансами, материально-техническими, информационными ресурсами и недвижимостью. Устойчивость системы управления зависит и от адекватности существующей экономики и возникающих в ней проблем в законодательной базе. Чем законодательная база более устойчива, универсальна и справедлива, тем устойчивее система управления.

Кроме того, немаловажным фактором устойчивости системы является уровень квалификации руководителей как регионального, так и внутрирегионального уровня – руководителей предприятий и организаций региона, районного и муниципального уровней управления.

Принцип необходимого разнообразия систем управления также очень важен для регионального уровня, поскольку любой регион имеет неоднородную территориальную, отраслевую, природно-климатическую, демографическую и социальную структуры.

В зависимости от большого количества факторов формируется и система управления регионом. Автором систематизированы наиболее значительные факторы, определяющие особенности системы управления регионального уровня (рисунок).

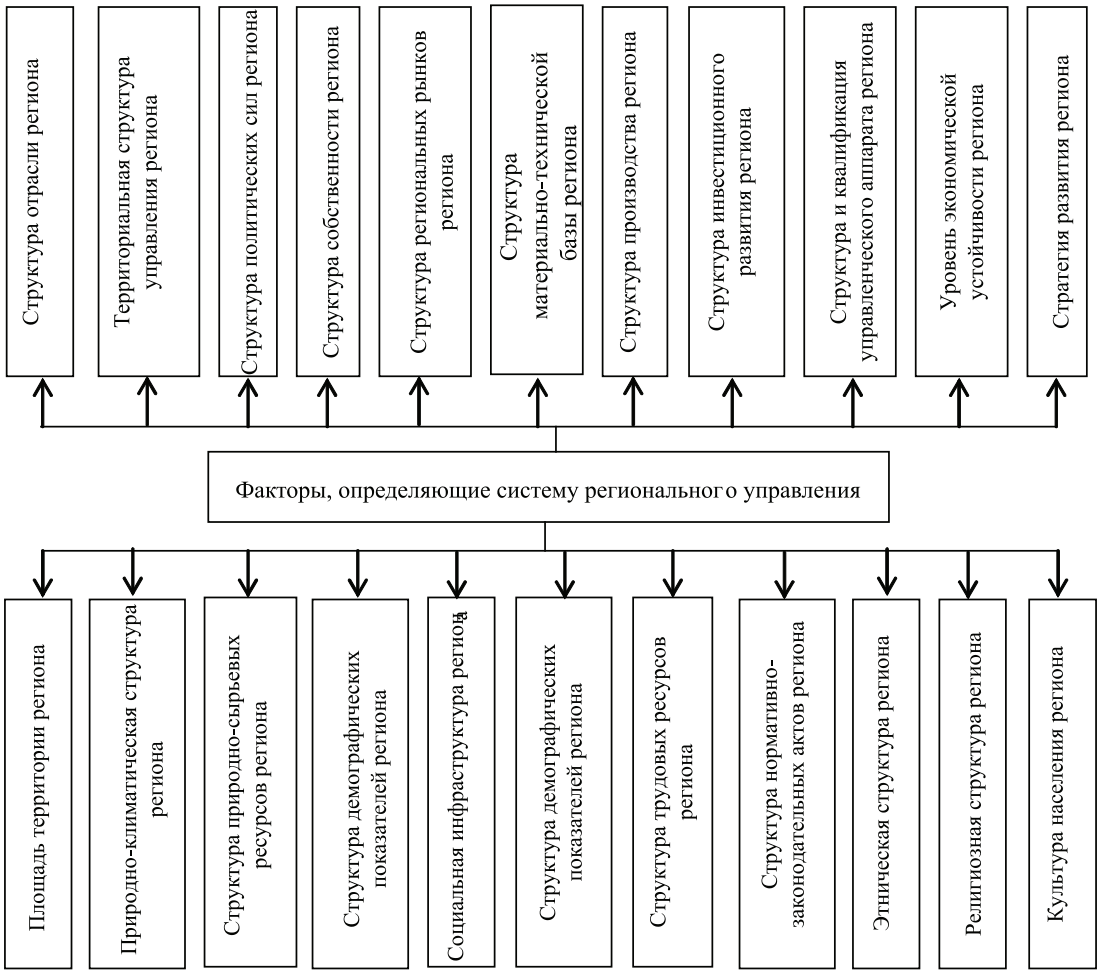
Системы управления уровней государства, региона, города и района являются более похожими по виду факторов, определяющих их построение, а системы управления хозяйствующих субъектов имеют специфические особенности, такие как миссия организации, наличие филиалов. Тем не менее, у всех систем управления есть и общие, определяющие их построение факторы: размер объекта управления, квалификация управленческих кадров, стратегия системы.

Системы управления одного уровня (системы различных регионов, например), обладая определённым сходством во внутренней структуре, в технологии процессов управления и в других параметрах, имеют и отличительные черты, обусловленные спецификой каждого региона. Так, например, пропорциональность построения системы регионального уровня для каждого региона специфична.

Существующий бюджетный федерализм не способствует улучшению работы субъектов регионального управления. При этом страдают и дотационные регионы, и регионы-доноры. Так, например, субъекты дотационных регионов Северо-Западного федерального округа, как показывает анализ по Архангельской и Калининградской областям, не сокращают расходы на управление, не изменяют стратегий управления. Субъекты управления регионов-доноров теряют заинтересованность в улучшении результатов работы, поскольку в случае увеличения темпов экономического роста увеличивается доля денежных средств, передаваемых «центру». С одной стороны, порождается психология иждивенчества, а с другой стороны, уничтожаются стимулы для наращивания темпов экономического роста. Об этом свидетельствует и статистика: если в 1990 г. в РФ было 26 дотационных административно-территориальных структур, то в 1997 г. – 78 (автономные округа здесь учитывались отдельно), а в 2010 г. – 70 субъектов из 83, т.е. 84 % всех регионов России находится в зоне убыточности, т.е. ситуация становится критической, большинство регионов функционирует в зоне регрессивной устойчивости [2].

Таким образом, на основании изложенного можно сделать вывод, что значительное влияние на устойчивость регионов оказывают проблемы федерального уровня управления. Это объясняется методологией систем-

ного подхода: регион, являясь подсистемой исходя из принципов целостности и комплексности, наделяется недостатками системы и регулируется в своем развитии самыми отстающими элементами системы. Без обеспечения единства и целостности системы управления, без использования принципов её построения и механизмов регулирования невозможно обеспечить эффективное функционирование и развитие экономики региона.



Факторы, определяющие систему регионального управления

Список литературы

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. – М.: Наука, 1990. – 128 с.

2. Балацкий Е.В. Финансовая несостоятельность регионов и межбюджетные отношения / Е.В. Балацкий, Н.А. Екимова // Капитал страны. – Федеральное интернет-издание http://www.capital-rus.ru.

3. Вершигора Е.Е. Менеджмент. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 283 с.

4. Каньковская А.Р. Основы менеджмента / А.Р. Каньковская, О.Т. Лебедев. – СПб.: МиМ, 2001. – 192 с.

5. Попов А.И. Региональная политика в России: проблемы государственного управления. – М.: РАГС, 1999. – 291 с.

6. Российский статистический ежегодник, 2010 / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru.

7. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития: пер. с нем. – М.: Прогресс, 1982. – 213 с.

8. Hofstede G. Interkulturelle Zusammenarbeit. Kulturen-Organisation-Management. –Wiesbaden, 1993.

Рецензенты:

Щебарова Н.Н., д.э.н., профессор, профессор кафедры «Экономика и управление», ректор НОУ ВПО «Мурманская академия экономики и управления», г. Мурманск;

Бабкина Л.Н., д.э.н., профессор, профессор кафедры управления и планирования социально-экономических процессов им. Ю.А. Лаврикова ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов», г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 30.06.2011.

УДК 338.45.621.338.35

СТРАТЕГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Явкина М.Г.

ОАНО ВПО «Волжский университет им. Татищева (институт), Тольятти, e-mail: Javkinamg@mail.ru

Раскрыты теоретические и практические аспекты стратегии формирования оптимальной структуры капитала промышленного предприятия. Предложена стратегия формирования оптимальной структуры капитала промышленного предприятия. С учетом разработанной стратегии формирования оптимальной структуры капитала промышленного предприятия проведена оценка эффекта финансового рычага при изменении структуры капитала организации. Предложены рекомендации, направленные на реализацию стратегии формирования оптимальной структуры капитала, которая позволит обеспечить достижение долгосрочных общих и инвестиционных целей предстоящего экономического и социального развития предприятия в целом и отдельных его структурных единиц.

Ключевые слова: стратегия, оптимальная структура капитала, эффект финансового рычага

STRATEGY OF FORMATION OF OPTIMUM STRUCTURE OF THE CAPITAL OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

Javkina M.G.

Volzhsky University after V.N. Tatischev, Toglyatty, e-mail: avkinamg@mail.ru

Theoretical and practical aspects of strategy of formation of optimum structure of the capital of the industrial enterprise are opened. Strategy of formation of optimum structure of the capital of the industrial enterprise is offered. In view of the developed strategy of formation of optimum structure of the capital of the industrial enterprise the estimation of effect of the financial lever is spent in change of structure of the capital of the organization. Recommendations have directed on realization of strategy of formation of optimum structure of the capital which will allow to provide achievement of the long-term general and investment purposes coming which economic and social development of the enterprise in whole and its separate structural branches is offered.

Keywords: strategy, optimum structure of the capital, effect of the financial leverage

Уровень эффективности хозяйственной деятельности предприятия во многом определяется целенаправленным формированием объема и структуры капитала, а также способностью руководителей выбрать эффективную стратегию его развития.

Стратегия формирования оптимальной структуры капитала представляет собой систему долгосрочных целей, направленных на достижение такого соотношения использования инвестиционных ресурсов, которое обеспечит эффект от вложенных средств, сможет наиболее полно удовлетворить потребности собственников предприятия и максимизировать его рыночную стоимость. Стратегия формирования оптимальной структуры капитала является частью инвестиционной стратегии предприятия.

Актуальность разработки стратегии формирования оптимальной структуры капитала определяется рядом условий:

– во-первых, интенсивность изменений факторов внешней инвестиционной среды не позволяет эффективно управлять структурой капитала. При отсутствии разработанной стратегии оптимальной структуры капитала предприятия управленческие решения, принимаемые руководством предприятия, могут привести к снижению эффективности деятельности организации, так как будут носить разносторонний характер;

– во-вторых, разработанная стратегия формирования оптимальной структуры капитала позволяет предварительно оценить и проанализировать инвестиционную деятельность предприятия, подготовить к кардинальным инновационным изменениям и возможностям экономического развития организации;

– в-третьих, значимостью разработки стратегии формирования оптимальной структуры капитала является то, что открывающиеся новые производственно-коммерческие возможности нуждаются в постановки новых целей операционной деятельности, реализация которых требует освоения новых рынков продаж, модернизации оборудования, расширения ассортимента продукции. В таких условиях значительный рост инвестиционной активности носит прогнозируемый характер, который обеспечивается разработанной стратегией формирования оптимальной структуры капитала.

Разработка стратегии формирования оптимальной структуры капитала носит целевой характер, то есть предусматривает постановку и достижение определенных целей, таких как максимизация инвестицион-

ной прибыли и минимизация рисков, путем оптимального соотношения собственного и заемного капитала [5]. Формирование стратегических целей должно отвечать следующим требованиям: подчиненность главной цели инвестиционного менеджмента, ориентация на высокий экономический, технический и социальный результат, реальность, измеримость, однозначность трактовки, научная обоснованность, поддержка со стороны высшего руководства.

Для выполнения основной цели решаются следующие стратегические задачи формирования оптимальной структуры капитала:

– оптимизация формирования и распределения капитала предприятия по видам деятельности и направлениям использования;

– обеспечение условий достижения максимальной рентабельности капитала при предусматриваемом уровне финансового риска;

– обеспечение финансового равновесия предприятия в процессе его развития.

Процесс реализации стратегии формирования оптимальной структуры капитала включает в себя следующие этапы:

1. Определение общего периода стратегии формирования оптимальной структуры капитала. Главным условием его определения является продолжительность периода, принятого для формирования общей стратегии развития предприятия. Также одним из важных условий определения периода является предсказуемость развития экономики в целом и конъюнктура тех сегментов инвестиционного рынка, с которыми связаны предстоящая инвестиционная деятельность предприятия, отраслевая принадлежность предприятия, его размер и стадия жизненного цикла.

2. Исследование факторов внешней инвестиционной среды и конъюнктуры инвестиционного рынка. На данном этапе изучаются экономико-правовые аспекты инвестиционной деятельности предприятия и их возможные изменения в будущем. Кроме того, здесь анализируется конъюнктура инвестиционного рынка, разрабатывается прогноз конъюнктуры в разрезе отдельных сегментов данного рынка, связанных с предстоящей инвестиционной деятельностью предприятия.

3. Оценку сильных и слабых сторон предприятия. Здесь определяется потенциал предприятия, то есть сможет ли оно реализовать потенциальные инвестиционные возможности, а так же выявляются внутренние барьеры, которые снижают результативность инвестиционной деятельности.

4. Формирование стратегических целей инвестиционной деятельности предприятия. Главной целью данного этапа является обеспечение развития экономического потенциала предприятия, а также максимизация его рыночной стоимости. Такая цель требует решения конкретных задач и выявления будущего инвестиционного развития предприятия. Система поставленных стратегических целей должна обеспечивать формирование достаточного объема инвестиционных ресурсов и оптимизацию их состава; приемлемость уровня инвестиционных рисков в процессе осуществления предстоящей финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

5. Выбор стратегических направлений и форм инвестиционной деятельности, а также анализ предложенных стратегических вариантов развития предприятия. Этот этап включает поиск альтернативных решений поставленных стратегических инвестиционных задач, оценку стратегических целей с учетом внешних возможностей и опасностей и отбор наиболее значимых из них. Такой поиск альтернатив и выбор стратегии ведется по различным объектам стратегического управления.

6. Определение стратегических направлений формирования собственного и заемного капитала. В процессе этого этапа разработки стратегии формирования оптимальной структуры капитала прогнозируется общий объем необходимых инвестиционных ресурсов, обеспечивающих реализацию стратегических направлений и оптимальную структуру источников их формирования, финансовое равновесие предприятия в процессе его функционирования и развития.

7. Формирование инвестиционной политики по основным аспектам инвестиционной деятельности. На данном этапе объединяются цели и направления инвестиционной деятельности, разрабатывается механизм их реализации в рассматриваемой перспективе.

8. Разработку системы организационно-экономических мероприятий по обеспечению и реализации стратегии формирования оптимальной структуры капитала предприятия. В процессе этого этапа предусматривается формирование «центров инвестиций» с учетом новых организационных структур управления инвестиционной деятельностью; внедрение новых принципов инвестиционной культуры; создание эффективной системы стратегического инвестиционного контроллинга.

9. Оценку результативности разработанной стратегии формирования оптимальной структуры капитала. Завершающим этапом в стратегии формирования оптимальной

структуры капитала является оценка ее результативности, которая осуществляется по следующим параметрам:

– согласованность стратегии формирования оптимальной структуры капитала предприятия с общей стратегией его развития. В процессе такой оценки выявляется степень согласованности целей, направлений и этапов реализации данных стратегий;

– согласованность стратегии формирования оптимальной структуры капитала предприятия с предполагаемыми изменениями внешней инвестиционной среды;

– согласованность стратегии формирования оптимальной структуры капитала предприятия с его внутренним потенциалом;

– внутренняя сбалансированность стратегии формирования оптимальной структуры капитала;

– реализуемость стратегии формирования оптимальной структуры капитала;

– приемлемость уровня рисков, связанных с реализацией стратегии формирования оптимальной структуры капитала;

– экономическая эффективность реализации стратегии формирования оптимальной структуры капитала.

– внешнеэкономическая эффективность реализации стратегии формирования оптимальной структуры капитала [3].

При положительных результатах оценки разработанной инвестиционной стратегии формирования инвестиционных ресурсов, соответствующих избранным критериям и менталитету инвестиционного поведения, она принимается предприятием к реализации.

В основе разработки стратегии формирования оптимальной структуры капитала лежат следующие принципы стратегического управления, которые обеспечивают разработку и принятие соответствующих стратегических инвестиционных решений:

1. Рассмотрение предприятия как открытой социально-экономической системы. Сущность данного принципа заключается в том, что при разработке стратегии формирования оптимальной структуры капитала предприятие рассматривается как открытая социально-экономическая система, способная к самоорганизации, то есть при взаимодействии предприятия с факторами внешней инвестиционной среды ему присуще свойство обретения соответствующей пространственной, временной или функциональной структуры без специфического влияния извне. Таким образом, обеспечивается качественно иной уровень стратегии формирования оптимальной структуры капитала.

2. Учет базовых стратегий операционной деятельности предприятия. Стратегия формирования оптимальной структуры капитала, как часть инвестиционной стратегии, должна быть согласована со стратегическими целями и направлениями операционной деятельности предприятия, так как стратегия формирования оптимальной структуры капитала оказывает существенное влияние на формирование стратегического развития операционной деятельности предприятия. Это связано с тем, что основные цели операционной стратегии — обеспечение высоких темпов реализации продукции, работ, услуг рост операционной прибыли и повышение конкурентной позиции предприятия – связаны с тенденциями развития соответствующего товарного рынка. В случае несовпадения тенденции развития товарного и инвестиционного рынка возникает проблема реализации стратегических целей развития операционной деятельности предприятия, тогда операционная стратегия предприятия соответственно корректируется.

3. Преимущественная ориентация на предпринимательский стиль стратегического управления формированием оптимальной структуры капитала предприятия. Инвестиционное поведение предприятия в стратегической перспективе характеризуется предпринимательским стилем. Основу предпринимательского стиля инвестиционного поведения составляет активный поиск эффективных инвестиционных решений по всем направлениям и формам инвестиционной деятельности, а также на различных стадиях инвестиционного процесса. В связи с изменяющимися факторами внешней инвестиционной среды предпринимательскому стилю инвестиционного поведения свойственна постоянная трансформация направлений, форм и методов осуществления инвестиционной деятельности на всем пути к достижению поставленных стратегических целей.

4. Обеспечение сочетания перспективного, текущего и оперативного управления формированием оптимальной структуры капитала. Концепция стратегического управления предусматривает, что разработанная стратегия формирования оптимальной структуры капитала предприятия получает свою дальнейшую конкретизацию в процессе текущего управления инвестиционной деятельностью путем формирования инвестиционной программы предприятия. Формирование инвестиционной программы представляет собой среднесрочный управленческий процесс, который осуществляется в рамках стратегических решений и текущих инвестиционных возможностей предприятия. Процесс текущего управле-

ния инвестиционной деятельностью получает наиболее детальное завершение в оперативном управлении реализацией реальных инвестиционных проектов и реструктуризацией портфеля финансовых инструментов инвестирования. Следовательно, разработка стратегии формирования оптимальной структуры капитала, как части инвестиционной стратегии является только первым этапом процесса стратегического управления инвестиционной деятельностью предприятия.

5. Адаптация стратегии формирования оптимальной структуры капитала к изменениям факторов внешней инвестиционной среды. Все предстоящие стратегические изменения в инвестиционной деятельности предприятия являются прогнозируемой или оперативной его реакцией на соответствующие изменения различных факторов внешней инвестиционной среды. Предприятие имеет возможность в большей степени детализировать свою стратегию формирования оптимальной структуры капитала, централизовать систему стратегического планирования и контроля, формировать на более жесткую стратегическую организационную структуру управления инвестиционной деятельности при условии, если прогнозируемые параметры внешней инвестиционной среды являются относительно стабильными. В случае если прогнозируемая внешняя инвестиционная среда является нестабильной по основным ее параметрам, стратегия формирования оптимальной структуры капитала предприятия должна носить более общий и гибкий характер. В процессе обеспечения адаптивности стратегии формирования оптимальной структуры капитала к меняющимся параметрам внешней инвестиционной среды гибкое перераспределение инвестиционных ресурсов играет гораздо большую роль в осуществлении эффективной инвестиционной деятельности, чем четкое исполнение отдельных стратегических направлений и форм.

6. Обеспечение альтернативности стратегического инвестиционного выбора. В основе стратегических инвестиционных решений должен лежать активный поиск альтернативных вариантов направлений, форм и методов осуществления инвестиционной деятельности, выбор наилучших из них, построение на этой основе общей инвестиционной стратегии и формирование механизмов эффективной ее реализации.

7. Обеспечение постоянного использования результатов технологического прогресса в инвестиционной деятельности; формируя стратегию оптимальной структуры капитала, следует иметь в виду, что инвестиционная деятельность является главным механизмом внедрения технологических нововведений, с многократной производительностью труда обеспечивающих рост конкурентоспособности предприятия в целом.

8. Учет уровня инвестиционного риска в процессе принятия стратегических инвестиционных решений. Практически все основные инвестиционные решения, принимаемые в процессе формирования стратегии оптимальной структуры капитала, в той или иной степени изменяют уровень инвестиционного риска. В первую очередь, это связано с выбором направлений и форм инвестиционной деятельности, формированием инвестиционных ресурсов, внедрением новых организационных структур управления инвестиционной деятельностью. Особенно сильно уровень инвестиционного риска возрастает в периоды колебаний ставки процента и роста инфляции.

9. Ориентация на высокий профессионализм инвестиционных менеджеров в процессе реализации стратегии формирования оптимальной структуры капитала предприятия. Реализацию стратегии формирования оптимальной структуры капитала должны обеспечивать подготовленные специалисты – инвестиционные и финансовые менеджеры, которые, в свою очередь, должны знать, учитывать и применять основные принципы стратегического управления.

10. Обеспечение разработанной стратегии формирования оптимальной структуры капитала предприятия соответствующими организационными структурами управления инвестиционной деятельностью и принципами инвестиционной культуры. Предусматриваемые стратегические изменения в области организационной структуры и инвестиционной культуры должны быть составной частью параметров стратегии формирования оптимальной структуры капитала, обеспечивающих ее реализуемость.

В работе рассмотрена стратегия формирования оптимальной структуры собственного и заемного капитала промышленного предприятия до 2015 года, основные результаты которой сведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, рост абсолютной величины валюты баланса к 2015 году по отношению к 2010 году свидетельствует о росте производственной деятельности промышленного предприятия.

Собственный капитал на конец 2015 года составит 96023 млн руб., что почти в 8 раз больше, чем в базисном 2010 году. Это позволит предприятию к 2015 году значительно снизить зависимость от заемного капитала.

Таблица 1

Стратегия формирования оптимальной структуры капитала промышленного предприятия

Показатель	2010 год, млн руб.	Удельный вес, %	2011 год, млн руб.	Удельный вес, %	2012 год, млн руб.	Удельный вес, %	2013 год, млн руб.	Удельный вес, %	2014 год, млн руб.	Удельный вес, %	2015 год, млн руб.	Удельный вес, %
Собственный капитал	11 921	9,40	16155	12,14	25 007	17,89	39 937	27,21	62 916	40,83	96 023	59,34
Заемный капитал	114860	90,60	116965	87,86	114769	82,11	106827	72,79	91 187	59,17	65 786	40,66
Валюта баланса	126781	100	133120	100	139776	100	146765	100	154103	100	161808	100

Заемный капитал, в свою очередь, на конец 2015 года уменьшится почти на половину по сравнению с 2010 годом и составит 65786 млн руб. Это возможно за счет роста собственного капитала предприятия. В результате предприятие повысит свою платежеспособность, в значительной степени расплатится по долгосрочным обязательствам, а также уменьшит свою кредиторскую задолженность перед поставщиками и подрядчиками, персоналом организации, перед государственными и внебюджетными фондами.

Одним из инструментов оценки оптимальной структуры капитала предприятия является финансовый рычаг, который представляет собой объективный фактор, возникающий с появлением заемных средств в объеме используемого предприятием капитала, позволяющий ему получить дополнительную прибыль на собственный капитал [4].

Эффект финансового рычага есть не что иное, как показатель, отражающий уровень дополнительно генерируемой прибыли на собственный капитал при различной доле использования заемных средств. Можно выделить три основных момента, которые оказывают значительное влияние на величину эффекта финансового рычага. Это такие показатели, как: налоговый корректор, дифференциал финансового рычага, плечо финансового рычага.

Финансово-хозяйственная деятельность предприятия не оказывает влияния на показатель налогового корректора, так как ставка налога на прибыль устанавливается законодательно, но если предприятие имеет какие-либо льготы на прибыль, тогда значение показателя налогового корректора увеличивается, тем самым повышая эффект финансового рычага.

Дифференциал финансового рычага является главным условием формирования положительного эффекта финансового левериджа, характеризующий разницу между экономической рентабельностью и ценой заемного капитала. Чем выше положительное значение дифференциала финансового рычага, тем выше при прочих равных условиях будет его эффект.

Отношение величины заемного капитала к сумме собственного капитала характеризует плечо финансового рычага или коэффициент финансового левериджа. Чем выше значение данного показателя, тем больше его положительный или отрицательный эффект.

С учетом разработанной стратегии формирования оптимальной структуры капитала промышленного предприятия в работе приведены результаты оценки эффекта финансового рычага (табл. 2).

По данным табл. 2 видно, что эффект финансового рычага имеет как положительное, так и отрицательное значение. Причина такой тенденции заключается в том, что существует взаимосвязь эффекта финансового рычага с разницей между экономической рентабельностью и ценой заемного капитала. При положительном дифференциале эффект финансового левериджа увеличивается, в случае превышения уровня цены заемного капитала над уровнем экономической рентабельности – уменьшается, при равенстве этих показателей либо при отсутствии у предприятия заемного капитала эффект финансового рычага равен нулю. Наиболее оптимальным соотношением структуры капитала будет считаться тот вариант, в котором показатель эффекта финансового рычага будет иметь наибольшее значение. Для анализируемого предприятия наибольшее значение этого показателя достигается при доле заемного капитала не выше 40%, а собственного капитала соответственно не ниже 60%.

Таблица 2

Оценка эффекта финансового рычага при изменении структуры капитала промышленного предприятия

Показатель	Структура капитала, % (ЗК/СК)						
	0/100	20/80	40/60	50/50	60/40	80/20	100/0
1. Прибыль чистая, млн руб.	33106	33106	33106	33106	33106	33106	33106
2. Валюта баланса, млн руб.	161808	161808	161808	161808	161808	161808	161808
3. Собственный капитал, млн руб.	161808	129446	97085	80904	64723	32362	0
4. Заемный капитал, млн руб.	0	32361,6	64723	80904	97085	129446	161808
5. Ставка налога на прибыль, %	20	20	20	20	20	20	20
6. Экономическая рентабельность, %	20,46	20,46	20,46	20,46	20,46	20,46	20,46
7. Цена заемного капитала, %	0	6,6	13,2	16,5	19,8	26,4	33
8. Дифференциал финансового рычага, %	20,46	13,86	7,26	3,96	0,66	-5,94	-12,54
9. Плечо финансового рычага	0	0,25	0,67	1	1,5	4	0
10. Эффект финансового рычага	0	2,77	3,87	3,17	0,79	-19,01	0

Таким образом, предложенные рекомендации, направленные на реализацию стратегии формирования оптимальной структуры капитала позволят обеспечить достижение долгосрочных общих и инвестиционных целей предстоящего экономического и социального развития предприятия в целом и отдельных его структурных единиц; обеспечить максимальное использование его внутреннего инвестиционного потенциала и возможность активного маневрирования инвестиционными ресурсами; обеспечить возможность быстрой реализации новых перспективных инвестиционных возможностей, возникающих в процессе динамических изменений факторов внешней инвестиционной среды; свести к минимуму негативные последствия для деятельности предприятия факторов внешней инвестиционной среды; отразить сравнительные преимущества предприятия в инвестиционной деятельности в сопоставлении с его конкурентами; обеспечить четкую взаимосвязь стратегического, текущего и оперативного управления инвестиционной деятельностью предприятия; обеспечить реализацию соответствующего менталитета инвестиционного поведения в наиболее важных стратегических инвестиционных решениях предприятия.

Список литературы

1. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Доходы организации» ПБУ 9/99: приказ Минфина РФ от 06.05.1999 № 32н (ред. от 27.11.2006).

2. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Расходы организации» ПБУ 10/99: приказ Минфина РФ от 06.05.1999 N 33н (ред. от 27.11.2006).

3. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент: учебный курс. – Киев: Ника-Центр, 2001. – 448 с

4. Донцова Л.В. Анализ финансовой отчетности: учебник. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Дело и Сервис», 2008. – 368 с.

5. Анализ и планирование финансовой деятельности предприятия: учебное пособие / В.И. Макарова, Е.А. Бобренева, В.П. Стародубов, М.Е. Самуйлова, И.А. Андреева. – Ч.1. – Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, 2008. – 218 с.

Рецензенты:

Щукина А.Я., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Теоретическая и прикладная экономика» Образовательное автономное некоммерческое объединение ВПО «Волжский университет им. В.Н. Татищева» (институт), г. Тольятти;

Макарова В.И., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» Образовательное автономное некоммерческое объединение ВПО «Волжский университет им. В.Н. Татищева» (институт), г. Тольятти.

Работа поступила в редакцию 05.07.2011.

(http://www.rae.ru/fs/)

В связи с подготовкой к включению журнала в международную базу данных «SCOPUS» с 1 января 2012 года вступают в действие новые правила для авторов. Дополнительные требования отмечены красным цветом. С 1 января 2012 года работы, оформленные по старым правилам, приниматься к рассмотрению не будут. С 1 сентября 2011 года предпочтение будет отдаваться материалам, оформленным по новым требованиями.

В журнале «Фундаментальные исследования» публикуются научные обзоры, статьи проблемного и научно-практического характера **по медицинским, биологическим, техническим, педагогическим, химическим, экономическим и сельскохозяйственным наукам.**

По медицинским наукам принимаются статьи по следующим специальностям:

14.00.01 Акушерство и гинекология
14.00.02 Анатомия человека
14.00.03 Эндокринология
14.00.04 Болезни уха, горла и носа
14.00.05 Внутренние болезни
14.00.06 Кардиология
14.00.07 Гигиена
14.00.08 Глазные болезни
14.00.09 Педиатрия
14.00.10 Инфекционные болезни
14.00.11 Кожные и венерические болезни
14.00.13 Нервные болезни
14.00.14 Онкология
14.00.15 Патологическая анатомия
14.00.16 Патологическая физиология
14.00.18 Психиатрия
14.00.19 Лучевая диагностика, лучевая терапия
14.00.20 Токсикология
14.00.21 Стоматология
14.00.22 Травматология и ортопедия
14.00.24 Судебная медицина
14.00.25 Фармакология, клиническая фармакология
14.00.26 Фтизиатрия
14.00.27 Хирургия
14.00.28 Нейрохирургия
14.00.29 Гематология и переливание крови
14.00.30 Эпидемиология
14.00.31 Химиотерапия и антибиотики
14.00.32 Авиационная, космическая и морская медицина
14.00.33 Общественное здоровье и здравоохранение
14.00.35 Детская хирургия
14.00.36 Аллергология и иммунология
14.00.37 Анестезиология и реаниматология
14.00.39 Ревматология
14.00.40 Урология
14.00.41 Трансплантология и искусственные органы
14.00.43 Пульмонология
14.00.44 Сердечно-сосудистая хирургия
14.00.45 Наркология
14.00.46 Клиническая лабораторная диагностика
14.00.47 Гастроэнтерология

14.00.48 Нефрология
14.00.50 Медицина труда
14.00.51 Восстановительная медицина, спортивная медицина, курортология и физиотерапия
14.00.52 Социология медицины
14.00.53 Геронтология и гериатрия

По техническим наукам принимаются статьи по следующим направлениям:

05.02.00 Машиностроение и машиноведение
05.03.00 Обработка конструкционных материалов в машиностроении
05.04.00 Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение
05.05.00 Транспортное, горное и строительное машиностроение
05.09.00 Электротехника
05.11.00 Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы
05.12.00 Радиотехника и связь
05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление
05.16.00 Металлургия
05.17.00 Химическая технология
05.18.00 Технология продовольственных продуктов
05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем
05.21.00 Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева
05.22.00 Транспорт
05.23.00 Строительство
05.26.00 Безопасность деятельности человека

По педагогическим наукам принимаются статьи по следующим направлениям:

13.00.01 Общая педагогика, история педагогики и образования
13.00.02 Теория и методика воспитания (по областям и уровням образования)
13.00.05 Теория, методика и организация социально-культурной деятельности
13.00.08 Теория и методика профессионального образования

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

1. Заглавие статей должны соответствовать следующим требованиям:

– заглавия научных статей должны быть информативными (Web of Science это требование рассматривает в экспертной системе как одно из основных);

– в заглавиях статей можно использовать только общепринятые сокращения;

– в переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не используется непереводимый сленг, известный только русскоговорящим специалистам.

Это также касается авторских резюме (аннотаций) и ключевых слов.

2. Фамилии авторов. Фамилии авторов статей на английском языке представляются в одной из принятых международных систем 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).

3. В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

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 более 10 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008. (Новые требования к оформлению библиографических ссылок на английском языке).

7. Объем статьи не должен превышать 8 страниц А4 формата (1 страница – 2000 знаков), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы.

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).

Реферат объемом до 10 строк должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты.

Реферат подготавливается на русском и английском языках.

Используемый шрифт – курсив, 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), 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. В редакцию направляются материалы статьи, сопроводительное письмо, 2 сканированные сторонние рецензии (докторов наук), экспертное заключение. Возможно представление электронных вариантов документов (в том числе сканированных копий сопроводительного письма, рецензии) по электронной почте edition@rae.ru. Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

16. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора.

17. Журнал издается на средства авторов и подписчиков. **Плата с аспирантов (единственный автор) за публикацию рукописей не взимается.** Обязательное представление справки об обучении в аспирантуре, заверенной руководителем учреждения. Оригинал справки с печатью учреждения высылается по почте по адресу: 105037, Москва, а/я 47, Академия естествознания. Сканированные копии справок не принимаются.

18. Рукописи статей, оформленные не по правилам, не рассматриваются. Присланные рукописи обратно не возвращаются. Не допускается направление в редакцию работ, которые посланы в другие издания или напечатаны в них.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 616. 711- 002- 07

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗИТРОМИЦИНА В КАЧЕСТВЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА В ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМАХ

Степанова Э.Ф., Гусов Р.М., Погребняк А.В.

ГОУ ВПО Пятигорская государственная фармацевтическая академия, Пятигорск
Пятигорск, Россия (357500, г. Пятигорск, пр. Кирова, 33) elf@megalog.ru

Проведен анализ результатов микробиологических исследований в отношении посевов контаминированного материала, взятого из глаз пациентов, страдающих инфекционными поражениями глаз. С использованием методов квантовой химии и молекулярной механики проведены расчеты по оптимизации геометрии молекулы азитромицина и рассчитаны значения некоторых физико-химических дескрипторов, характеризующих параметры его молекулы и прогнозирующих биофармацевтические особенности объекта.

Ключевые слова: азитромицин, лекарственные формы

SUBSTANTIATION OF POSSIBILITY OF USE AZITHROMYCIN AS THE OPERATING COMPONENT IN OPHTHALMOLOGIC MEDICINAL FORMS

Stepanova E.F., Gusov R.M., Pogrebnjak A.V.

Pyatigorsk state pharmaceutical academy, Pyatigorsk
Pyatigorsk, Russia (357500, Pyatigorsk, avenue of Kirov, 33) elf@megalog.ru

The analysis of results microbiological research concerning crops of the contaminated material taken of eyes of the patients, eyes suffering by infectious defeats is carried out. With use of methods of quantum chemistry and the molecular mechanics calculations on optimisation of geometry of a molecule azithromycin are carried out and values of some physical and chemical descriptors characterising its parametres molecule and predicting biopharmaceutics features of object are calculated.

Key words: azithromycin, medicinal forms

Наиболее распространенными среди заболеваний органов зрения являются воспалительные поражения глаз инфекционной природы. Проблема оптимизации …

Список литературы

Единый формат оформления пристатейных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»

(Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы)

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76–86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T.P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75-85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75–85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, №. 3. – С. 369-385.

Кузнецов А. Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340-342.

Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки: учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы: межвуз. сб. науч. тр. / Сарат. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. – Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1999. – 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.UJ. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. –18 с.

Диссертации

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис. ... канд. полит, наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф. – Ярославль, 2003. – 350 с.

Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125–128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007. URL:

http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL:

http://www.oim.ru/reader.asp7nomers 366 (дата обращения: 17.04.07).

http://www.nlr.ru/index.html (дата обращения: 20.02.2007)

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121 .html (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А.В. Колчака: сайт. – URL: http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm (дата обращения 23.08.2007).

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЦЕНЗИИ

РЕЦЕНЗИЯ

на статью (Фамилии, инициалы авторов, полное название статьи)

Проблема (раздел журнала) Общественное здоровье и здравоохранение. Охрана материнства и детства, Питание и здоровье населения. Гигиена окружающей и производственной среды. Эпидемиология, микробиология, инфекционные и паразитарные заболевания, Социально значимые болезни и состояния, Восстановительная медицина, Медицинская психология, Подготовка кадров.

Класс статьи: 1) Оригинальное научное исследование, Новые технологии, методы диагностики, лечения, профилактики, Фундаментальные исследования, Клинические и экспериментальные исследования Научный обзор. Дискуссия, История медицины, Обмен опытом, Наблюдения из практики, Практические рекомендации, Рецензия, Лекция Краткое сообщения, Юбилей, Информационные сообщения, 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 диагностики, лечения, профилактики 2) Новая классификация, алгоритм 3) Новые лекарственные препараты, 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

НАЗВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

Использование общепринятого переводного варианта названия организации является наиболее предпочтительным. Употребление в статье официального, без сокращений, названия организации на английском языке позволит наиболее точно идентифицировать принадлежность авторов, предотвратит потери статей в системе анализа организаций и авторов. Прежде всего, это касается названий университетов и других учебных заведений, академических и отраслевых институтов. Это позволит также избежать расхождений между вариантами названий организаций в переводных, зарубежных и русскоязычных журналах. Исключение составляют не переводимые на английский язык наименований фирм. Такие названия, безусловно, даются в транслитерированном варианте.

Употребление сокращений или аббревиатур способствует потере статей при учете публикаций организации, особенно если аббревиатуры не относятся к общепринятым.

Излишним является использование перед основным названием принятых в последние годы составных частей названий организаций, обозначающих принадлежность ведомству, форму собственности, статус организации («Учреждение Российской академии наук…», «Федеральное государственное унитарное предприятие…», «ФГОУ ВПО…», «Национальный исследовательский…» и т.п.), что затрудняет идентификацию организации.

В свете постоянных изменений статусов, форм собственности и названий российских организаций (в т.ч. с образованием федеральных и национальных университетов, в которые в настоящее время вливаются большое количество активно публикующихся государственных университетов и институтов) существуют определенные опасения, что еще более усложнится идентификация и установление связей между авторами и организациями. **В этой ситуации желательно в статьях указывать полное название организации**, включенной, например, в федеральный университет, **если она сохранила свое прежнее название.** В таком случае она будет учтена и в своем профиле, и в профиле федерального университета:

Например, варианты Таганрогский технологический институт Южного федерального университета:
Taganrogskij Tekhnologicheskij Institut Yuzhnogo Federal'nogo Universiteta;
Taganrog Technological Institute, South Federal University

В этот же профиль должны войти и прежние названия этого университета.

Для национальных исследовательских университетов важно сохранить свое основное название.

(В соотвествии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

АВТОРСКИЕ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИИ) НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Необходимо иметь в виду, что аннотации (рефераты, авторские резюме) на английском языке в русскоязычном издании являются для иностранных ученых и специалистов основным и, как правило, единственным источником информации о содержании статьи и изложенных в ней результатах исследований. Зарубежные специалисты по аннотации оценивают публикацию, определяют свой интерес к работе российского ученого, могут использовать ее в своей публикации и сделать на неё ссылку, открыть дискуссию с автором, запросить полный текст и т.д. Аннотация на английском языке на русскоязычную статью по объему может быть больше аннотации на русском языке, так как за русскоязычной аннотацией идет полный текст на этом же языке.

Аналогично можно сказать и об аннотациях к статьям, опубликованным на английском языке. Но даже в требованиях зарубежных издательств к статьям на английском языке указывается на объем аннотации в размере 100–250 слов.

Перечислим обязательные качества аннотаций на английском языке к русскоязычным статьям. Аннотации должны быть:

– информативными (не содержать общих слов);

– оригинальными (не быть калькой русскоязычной аннотации);

– содержательными (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);

– структурированными (следовать логике описания результатов в статье);

– «англоязычными» (написаны качественным английским языком);

– компактными (укладываться в объем от 100 до 250 слов).

В аннотациях, которые пишут наши авторы, допускаются самые элементарные ошибки. Чаще всего аннотации представляют прямой перевод русскоязычного варианта, изобилуют общими ничего не значащими словами, увеличивающими объем, но не способствующими раскрытию содержания и сути статьи. А еще чаще объем аннотации составляет всего несколько строк (3–5). При переводе аннотаций не используется англоязычная специальная терминология, что затрудняет понимание текста зарубежными специалистами. В зарубежной БД такое представление содержания статьи совершенно неприемлемо.

Опыт показывает, что самое сложное для российского автора при подготовке аннотации – представить кратко результаты своей работы. Поэтому одним из проверенных вариантов аннотации является краткое повторение в ней структуры статьи, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение. Такой способ составления аннотаций получил распространение и в зарубежных журналах.

В качестве помощи для написания аннотаций (рефератов) можно рекомендовать, по крайней мере, два варианта правил. Один из вариантов – российский ГОСТ 7.9–95 «Реферат и аннотация. Общие требования», разработанные специалистами ВИНИТИ.

Второй – рекомендации к написанию аннотаций для англоязычных статей, подаваемых в журналы издательства Emerald (Великобритания). При рассмотрении первого варианта необходимо учитывать, что он был разработан, в основном, как руководство для референтов, готовящих рефераты для информационных изданий. Второй вариант – требования к аннотациям англоязычных статей. Поэтому требуемый объем в 100 слов в нашем случае, скорее всего, нельзя назвать достаточным. Ниже приводятся выдержки из указанных двух вариантов. Они в значительной степени повторяют друг друга, что еще раз подчеркивает важность предлагаемых в них положений. Текст ГОСТа незначительно изменен с учетом специфики рефератов на английском языке.

КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ АВТОРСКИХ РЕЗЮМЕ (АННОТАЦИЙ, РЕФЕРАТОВ К СТАТЬЯМ)
(подготовлены на основе ГОСТ 7.9-95)

Авторское резюме ближе по своему содержанию, структуре, целям и задачам к реферату. Это – краткое точное изложение содержания документа, включающее основные фактические сведения и выводы описываемой работы.

Текст авторского резюме (в дальнейшем – реферата) должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации, отличаться убедительностью формулировок.

Объем реферата должен включать минимум 100–250 слов (по ГОСТу – 850 знаков, не менее 10 строк).

Реферат включает следующие аспекты содержания статьи:

– предмет, тему, цель работы;

– метод или методологию проведения работы;

– результаты работы;

– область применения результатов;

– выводы.

Последовательность изложения содержания статьи можно изменить, начав с изложения результатов работы и выводов.

Предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия статьи.

Метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. В рефератах документов, описывающих экспериментальные работы, указывают источники данных и характер их обработки.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте реферата. Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения в реферате не приводятся.

В тексте реферата следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций (не применимых в научном английском языке).

В тексте реферата на английском языке следует применять терминологию, характерную для иностранных специальных текстов. Следует избегать употребления терминов, являющихся прямой калькой русскоязычных терминов. Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах реферата.

В тексте реферата следует применять значимые слова из текста статьи.

Сокращения и условные обозначения, кроме общеупотребительных (в том числе в англоязычных специальных текстах), применяют в исключительных случаях или дают их определения при первом употреблении.

Единицы физических величин следует приводить в международной системе СИ.

Допускается приводить в круглых скобках рядом с величиной в системе СИ значение величины в системе единиц, использованной в исходном документе.

Таблицы, формулы, чертежи, рисунки, схемы, диаграммы включаются только в случае необходимости, если они раскрывают основное содержание документа и позволяют сократить объем реферата.

Формулы, приводимые неоднократно, могут иметь порядковую нумерацию, причем нумерация формул в реферате может не совпадать с нумерацией формул в оригинале.

В реферате не делаются ссылки на номер публикации в списке литературы к статье.

Объем текста реферата в рамках общего положения определяется содержанием документа (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением).

ВЫДЕРЖКА ИЗ РЕКОМЕНДАЦИЙ АВТОРАМ ЖУРНАЛОВ ИЗДАТЕЛЬСТВА EMERALD (http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm)

Авторское резюме (реферат, abstract) является кратким резюме большей по объему работы, имеющей научный характер, которое публикуется в отрыве от основного текста и, следовательно, само по себе должно быть понятным без ссылки на саму публикацию. Оно должно излагать существенные факты работы, и не должно преувеличивать или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации.

Авторское резюме выполняет функцию справочного инструмента (для библиотеки, реферативной службы), позволяющего читателю понять, следует ли ему читать или не читать полный текст.

Авторское резюме включает:

1. Цель работы в сжатой форме. Предыстория (история вопроса) может быть приведена только в том случае, если она связана контекстом с целью.

2. Кратко излагая основные факты работы, необходимо помнить следующие моменты:

– необходимо следовать хронологии статьи и использовать ее заголовки в качестве руководства;

– не включать несущественные детали (см. пример «Как не надо писать реферат»);

– вы пишете для компетентной аудитории, поэтому вы можете использовать техническую (специальную) терминологию вашей дисциплины, четко излагая свое мнение и имея также в виду, что вы пишете для международной аудитории;

– текст должен быть связным с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т.д. («consequently», «moreover», «for example»,» the benefits of this study», «as a result» etc.), либо разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать один из другого;

– необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т.е. «The study tested», но не «It was tested in this study» (частая ошибка российских аннотаций);

– стиль письма должен быть компактным (плотным), поэтому предложения, вероятнее всего, будут длиннее, чем обычно.

П р и м е р ы , как не надо писать реферат, приведены на сайте издательства (**http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=3&**). Как видно из примеров, не всегда большой объем означает хороший реферат.

На сайте издательства также приведены примеры хороших рефератов для различных типов статей (обзоры, научные статьи, концептуальные статьи, практические статьи) **http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=2&PHPSESSID=hdac5rtkb73ae013ofk4g8nrv1.**

(В соотвествии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

ПРИСТАТЕЙНЫЕ СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ

Списки литературы представляются в двух вариантах:

1. В соответствии с с ГОСТ Р 7.0.5 2008 (русскоязычный вариант вместе с зарубежными источниками)
2. Вариант на латинице, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники

Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов, следовательно (по цепочке) – организации, региона, страны. По цитированию журнала определяется его научный уровень, авторитетность, эффективность деятельности его редакционного совета и т.д. Из чего следует, что наиболее значимыми составляющими в библиографических ссылках являются фамилии авторов и названия журналов. Причем для того, чтобы все авторы публикации были учтены в системе, необходимо в описание статьи вносить всех авторов, не сокращая их тремя, четырьмя и т.п. Заглавия статей в этом случае дают дополнительную информацию об их содержании и в аналитической системе не используются, поэтому они могут опускаться.

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry,* 2008, №11, P. 54–57.

Такая ссылка позволяет проводить анализ по авторам и названию журнала, что и является ее главной целью.

Ни в одном из зарубежных стандартов на библиографические записи не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «–»).

В Интернете существует достаточно много бесплатных программ для создания общепринятых в мировой практике библиографических описаний на латинице.

Ниже приведены несколько ссылок на такие сайты:

http://www.easybib.com/
http://www.bibme.org/
http://www.sourceaid.com/

При составлении списков литературы для зарубежных БД важно понимать, что чем больше будут ссылки на российские источники соответствовать требованиям, предъявляемым к иностранным источникам, тем легче они будут восприниматься системой. И чем лучше в ссылках будут представлены авторы и названия журналов (и других источников), тем точнее будут статистические и аналитические данные о них в системе SCOPUS.

Ниже приведены примеры ссылок на российские публикации в соответствии с вариантами описанными выше.

Статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry,* 2008, №11, P. 54–57.

Dyachenko, V.D., Krivokolysko, S.G., Nesterov, V.N., and Litvinov, V.P., *Khim. Geterotsikl. Soedin.*, 1996, №9, P. 1243.

Статьи из электронных журналов описываются аналогично печатным изданиям с дополнением данных об адресе доступа.

П р и м е р описания статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P., J*ournal of Computer-Mediated Communication*, 1999, Vol. 5, №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, P. 267–272.

Главное в описаниях конференций – название конференции на языке оригинала (в транслитерации, если нет ее английского названия), выделенное курсивом. В скобках дается перевод названия на английский язык. Выходные данные (место проведения конференции, место издания, страницы) должны быть представлены на английском языке.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'tvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [*Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstvija razrushenija SSSR*]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N. *Tribologiya rezaniya*. Kn. 1: *Friktsionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009.

Ссылка на Интернет-ресурс:

APA Style (2011), Available at: http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx (accessed 5 February 2011).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: http://www.scribd.com/doc/1034528/ (accessed 7 February 2011)

Как видно из приведенных примеров, чаще всего, название источника, независимо от того, журнал это, монография, сборник статей или название конференции, выделяется курсивом. Дополнительная информация – перевод на английский язык названия источника приводится в квадратных или круглых скобках шрифтом, используемым для всех остальных составляющих описания.

Из всего выше сказанного можно сформулировать следующее краткое резюме в качестве рекомендаций по составлению ссылок в романском алфавите в англоязычной части статьи и пристатейной библиографии, предназначенной для зарубежных БД:

1. Отказаться от использования ГОСТ 5.0.7. Библиографическая ссылка;

2. Следовать правилам, позволяющим легко идентифицировать 2 основных элемента описаний –авторов и источник.

3. Не перегружать ссылки транслитерацией заглавий статей, либо давать их совместно с переводом.

4. Придерживаться одной из распространенных систем транслитерации фамилий авторов, заглавий статей (если их включать) и названий источников.

5. При ссылке на статьи из российских журналов, имеющих переводную версию, лучше давать ссылку на переводную версию статьи.

(В соотвествии с рекомендациями О.В. Кирилловой, к.т.н., заведующей отделением ВИНИТИ РАН члена Экспертного совета (CSAB) БД SCOPUS)

ПРАВИЛА ТРАНСЛИТЕРАЦИИ

Как уже было сказано выше, представление русскоязычного текста (кириллицы) по различным правилам транслитерации (или вообще без правил) ведет к потере необходимой информации в аналитической системе SCOPUS. В таблице приводятся варианты транслитерации.

Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит	Буква	Транслит
А	A	З	Z	П	P	Ч	CH
Б	B	И	I	Р	R	Ш	SH
В	V	й	Y	С	S	Щ	SCH
Г	G	К	K	Т	T	Ъ, Ь	опускается
Д	D	Л	L	У	U	Ы	Y
Е	E	М	M	Ф	F	Э	E
Ё	E	Н	N	Х	KH	Ю	YU
Ж	ZH	О	O	Ц	TS	Я	YA

На сайте **http://www.translit.ru**/ можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу.

Оплата издательских расходов составляет 2500 руб.

Банковские реквизиты:

Получатель: ООО Издательский дом «Академия Естествознания»

р/сч № 40702810500001022115

ИНН 5836621480

КПП 583601001

Банк получателя: Московский Филиал ЗАО «Райффайзенбанк» г.Москва

БИК 044552603

к/сч № 30101810400000000603

Назначение платежа: Издательские услуги (ФИО). НДС не облагается*

*В случае иной формулировки назначения платежа будет осуществлен возврат денежных средств!

Копия платежного поручения высылается по e-mail: edition@rae.ru или по факсу +7 (8412) 56-17-69

Библиотеки, научные и информационные организации, получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий

№	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г.Москва, ул.Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г.Санкт-Петербург, ул.Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г.Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г.Хабаровск, ул.Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г.Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г.Москва, ул.Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г.Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г.Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г.Москва, ул.Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г.Москва, ул. Николоямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г.Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г.Москва, ул.Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г.Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г.Москва, ул.Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г.Москва, ул.Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г.Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г.Москва, Политехнический пр-д, 2, п.10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г.Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г.Москва, ул. Усиевича,20, комн.401.

ОБРАЗЕЦ КВИТАНЦИИ

<table>
<tr><td>Извещение</td><td>СБЕРБАНК РОССИИ Форма № ПД-4
ООО «Издательский Дом «Академия Естествознания»
(наименование получателя платежа)
ИНН 5836621480 | 40702810500001022115
(ИНН получателя платежа) | (номер счёта получателя платежа)
в Московский филиал ЗАО «Райффайзенбанк» г. Москва
(наименование банка получателя платежа)
БИК 044552603 | 30101810400000000603
(№ кор./сч. банка получателя платежа)
Ф.И.О. плательщика _____
Адрес плательщика _____
Подписка на журнал «_____»
(наименование платежа)
Сумма платежа _____ руб. ____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. ____ коп.
Итого _____ руб. ____ коп. «____»_____ 201_ г.</td></tr>
<tr><td>Кассир</td><td>С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен
Подпись плательщика _____</td></tr>
<tr><td>Квитанция</td><td>СБЕРБАНК РОССИИ Форма № ПД-4
ООО «Издательский Дом «Академия Естествознания»
(наименование получателя платежа)
ИНН 5836621480 | 40702810500001022115
(ИНН получателя платежа) | (номер счёта получателя платежа)
в Московский филиал ЗАО «Райффайзенбанк» г. Москва
(наименование банка получателя платежа)
БИК 044552603 | 30101810400000000603
(№ кор./сч. банка получателя платежа)
Ф.И.О. плательщика _____
Адрес плательщика _____
Подписка на журнал «_____»
(наименование платежа)
Сумма платежа _____ руб. ____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. ____ коп.
Итого _____ руб. ____ коп. «____»_____ 201_ г.</td></tr>
<tr><td>Кассир</td><td>С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен
Подпись плательщика _____</td></tr>
</table>